吊式风扇的使用与维修

郑树人　潘景云　编

广东科技出版社

吊式风扇的使用与维修

郑树人　潘景云　编

广东科技出版社

前　言

本书是继《台风扇的使用与维修》一书之后编写的。

近几年，国内生产的吊式风扇的规格品种较多，有些区镇企业也能够生产出质优价廉的吊扇供应市场。吊式风扇与台式风扇相比，具有生产工艺过程简单，使用时只占用空间位置，纳凉面积较大和价格便宜等优点，故使用者与日俱增。

本书介绍吊式风扇选择、使用与维修的基本知识。在叙述电机绕组的修理时，举例介绍电机绕组的简易计算方法，这种简易算法可满足修理的需要，但不能代替设计计算。书末收集了几种国产吊扇的技术数据，供修理时参考。编者由衷地希望这本小册子能为用户用好吊扇提供一点帮助。

本书初稿承广州市电器工业公司总工程师连宝榆和广州市电风扇工业公司工程师梁厚钜、陈锡安校阅，并提出宝贵的修改意见，特此表示感谢。

目　录

一、概 述……（1）
（一）吊扇的种类和规格……（1）
（二）吊扇的型号、铭牌和商标……（2）
二、吊扇的结构和原理……（4）
（一）吊扇的悬吊装置……（4）
（二）吊扇电机……（5）
（三）风翼装配结构……（8）
三、重绕吊扇电机绕组的简易计算……（12）
（一）计算公式……（12）
（二）计算实例……（19）
（三）调速开关……（26）
四、吊扇的性能与选购……（29）
（一）主要技术指标……（29）
（二）怎样选购吊扇……（32）
五、吊扇的修理……（35）
（一）寻找故障的步骤……（35）
（二）电机(扇头)的拆卸……（36）
（三）如何寻找绕组的断头……（38）
（四）绕组的拆卸……（40）
（五）定子绕组的修理……（41）
（六）绕组的检查……（44）
（七）绕组的浸漆和烘干……（44）
（八）轴承的更换……（51）
（九）轴的修理……（52）
（十）上盖，下壳的更换……（52）

(十一)转子的修理……（53）
(十二)吊扇的装配……（55）
六、吊扇试验项目 ……（60）
（一）吊扇的试验条件……（60）
（二）吊扇的试验项目……（60）
（三）吊扇的转速测定……（65）
附录一　圆铜线的规格及重量……（67）
附录二　几种国产吊扇技术数据表……（71）

一、概　述

在炎夏，电风扇是人们纳凉通风的主要用具。经过多年实践，人们根据不同的使用环境，设计和制造了各种形式的电风扇，如台式风扇、落地式风扇、座地式风扇、顶式风扇、壁式风扇、箱式风扇、吊式风扇等等。吊式风扇俗称吊扇，本书介绍吊式风扇使用与维修的一般知识。

过去，吊式风扇多用于会议大厅，机关，电影院，茶楼等场所。现在随着人民生活水平的逐步提高，许多家庭喜欢在小客厅里装上吊式风扇。吊式风扇风力柔和，送风面积大，而且只占用居室的空间位置，这是各类台式风扇所不及的。一个小型客厅装上一台尺寸适中的吊式风扇，显得雅致大方，别具一格。目前，全国生产吊式风扇的厂家不少，特别是南方各省区电风扇工业发展很快，生产出多种规格尺寸和形式的吊式风扇，有的由于款式新、质量较好而远销国外，如东南亚、非洲等地区和国家。世界上不少国家为了节约能源把吊扇与空调设备并存使用，对吊扇的需求量也在增加。

（一）吊扇的种类和规格

吊扇是一种可以悬吊在室内空间的电风扇，它的工作原理与其他电风扇一样，是由电流通过导线产生磁场，推动转子带动风叶旋转，加速空气流动，因而起通风降温的作用。可以悬吊在室内空间的电风扇有两种，一种是做顶式风扇（顶扇或楼底扇），用于升降机，火车，轮船居多，它的特

点是有一个旋转机构，可使风叶向下以360度的角度旋转吹风。顶扇的形状与台式电风扇相似，一般有三片叶子，有前后网罩作防护，但没有底座，而是固定在楼梯底、车厢内、电梯内的顶部。顶扇可使用直流电源和交流电源，一般用于车、船上的是直流电源的，其他采用交流电源。常用的规格有300毫米（12英寸）和400毫米（16英寸）两种。

另一种就是本书所要介绍的吊扇。吊扇通过吊杆悬吊在室内的顶部，风翼向着地面可从上往下送风。吊扇多采用三叶状的风翼，也有用四片叶子的。国内生产的吊扇，风翼大多数用铝质合金制造，但也有为适应国外用户的需要而用木材制造的。从规格上说，按国家标准有700毫米（28英寸）、900毫米（36英寸）、1050毫米（42英寸）、1500毫米（60英寸）和1800毫米（70英寸）等多种。但是许多厂家根据市场的实际需要，也生产其他规格吊扇，以适应居住面积小的家庭使用。常用的是48英寸和56英寸这两种尺寸的吊扇。

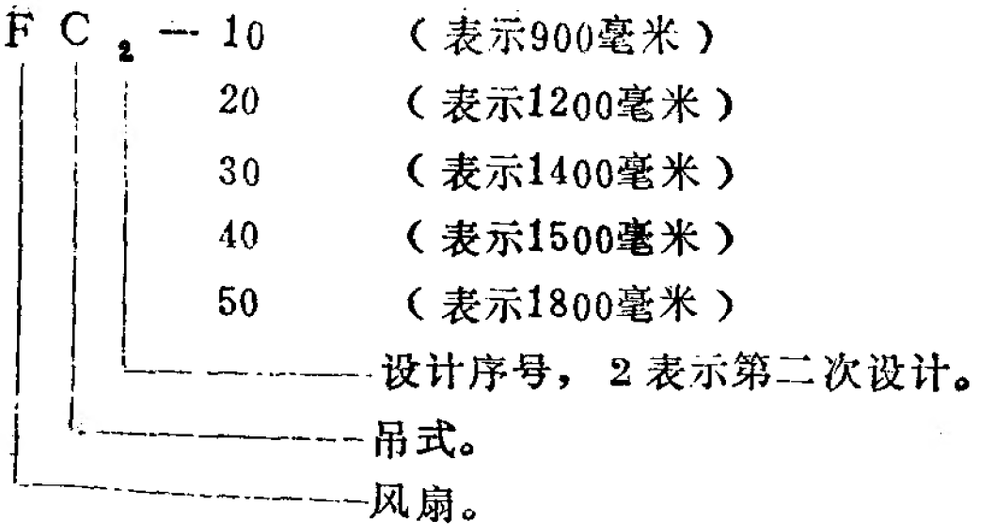
风扇规格尺寸换算表

英制（英寸）	12	16	28	36	42	48	56	60	70
公制（毫米）	300	400	700	900	1050	1200	1400	1500	1800

（二）吊扇的型号、铭牌和商标

1．型号

为了设计、制造和用户选购的方便，我国规定了统一的产品型号。下面列出吊式风扇的型号并加以说明：



2．铭牌

每台吊式风扇在上吊罩上都附有一块标记，这种标记叫做铭牌，上面标有商标、型号、输入功率、规格、使用电压、频率等等。钻石牌吊扇的铭牌如图1－1所示。

由于钻石牌吊扇是出口产品，所以铭牌上使用的是英文。国内销售的产品铭牌上一般使用中文或用汉语拼音字母标注。

图1－1　吊扇铭牌

3．商标

每个生产厂的产品在出售前均向工商管理局申请注册商标，必须经过工商管理局批准获得商标，才能出售产品。每个工厂的产品均有一个产品商标，如钻石牌以钻石为商标，华生牌以WS两个字母重叠在一起构成的图案为商标。商标有用中文表示的，也有用图案表示的，出口风扇的商标还附有外文名称并放置明显地方。

二、吊扇的结构和原理

吊扇的结构主要由悬吊装置、扇头和风翼三大部分组成，见图 2－1。

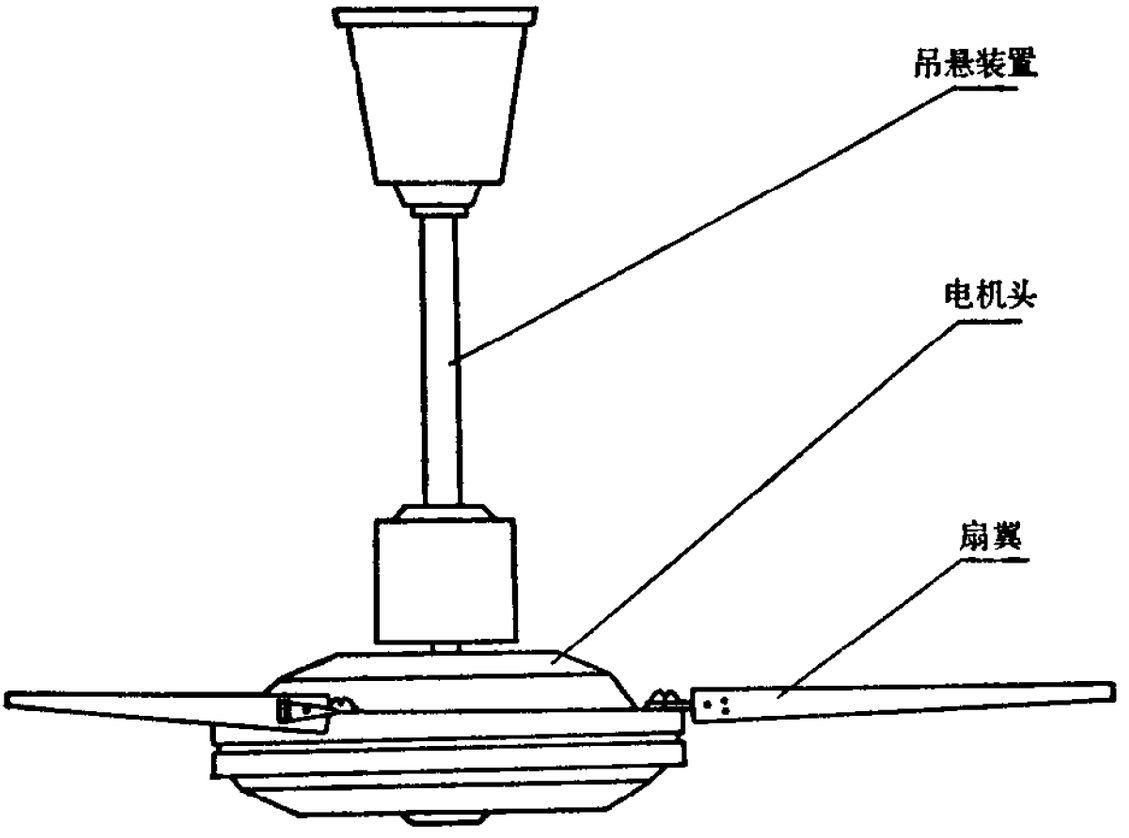


图 2－1　吊式风扇

（一）吊扇的悬吊装置

吊扇悬吊装置的结构见图 2－2。

上吊罩和下吊罩主要作外表装饰之用，它采用硅铝合金压铸成形。目前许多生产厂已改用塑料成形工艺，这种工艺可减少车削和表面喷漆加工的工时，生产效率高。吊攀的作用是连接吊杆，一般采用2.5～3 毫米冷轧钢板，弯曲成几何形状，中间部分可安放电容器，旁边可安装接地线。有的生产

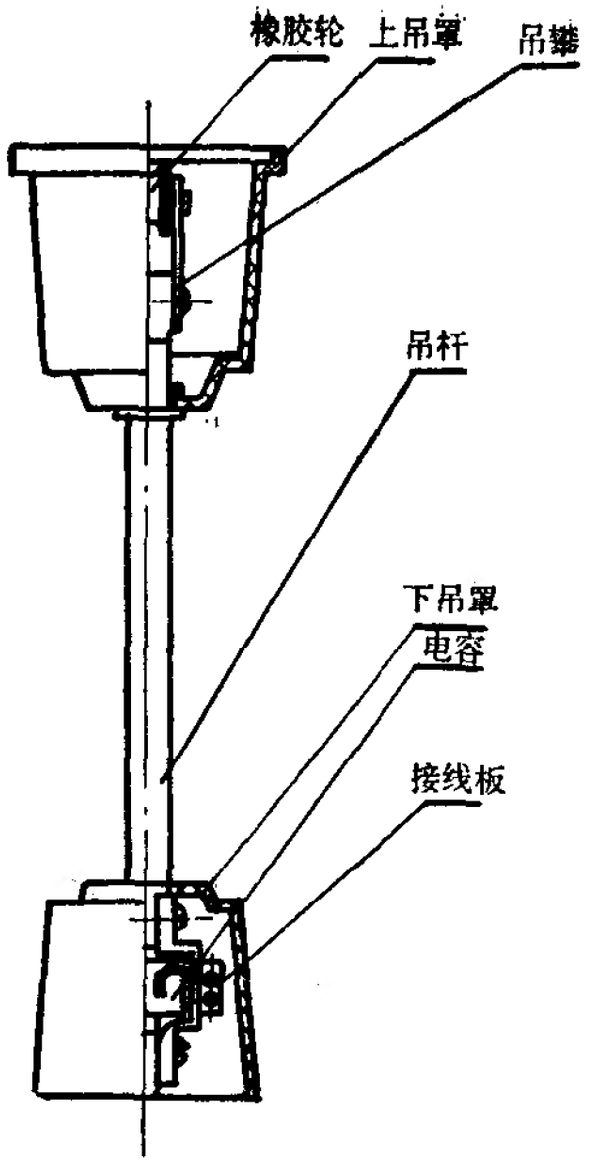


图 2-2　悬吊装置

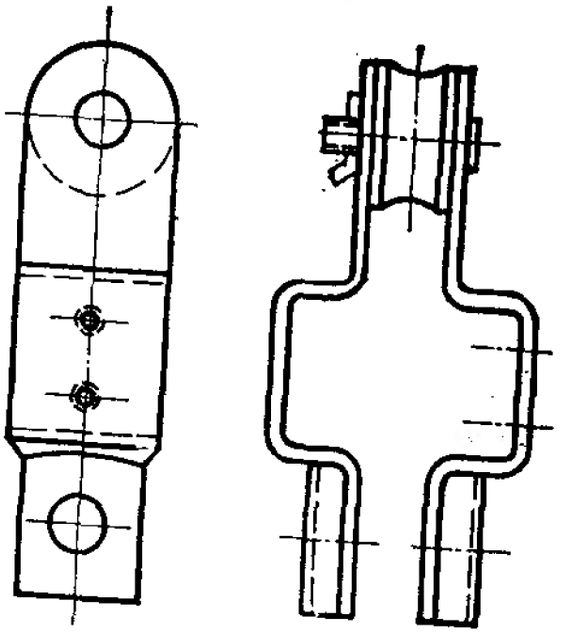


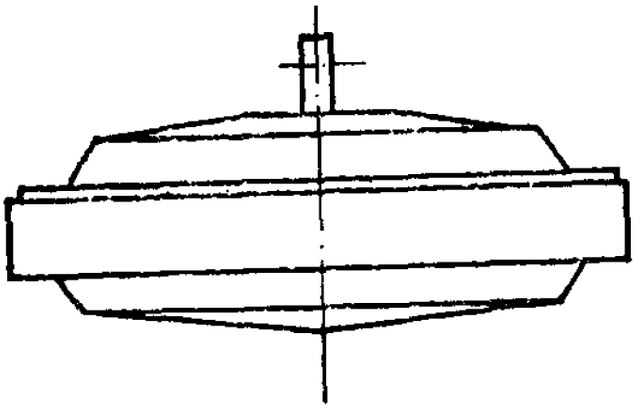
图 2-3　吊攀

厂的吊攀采用铸铝成形工艺，以保证承受一吨拉力。吊攀的外形如图 2-3 所示。

吊杆是连接电机头和支承上下拉力的主要零件，要求十分严格。吊杆的材料是直径为22×2.5毫米的A_3冷拔无缝钢管，钢管不容许有裂纹、严重锈蚀和大的沙孔。并要求用探伤仪器检查是否有暗伤存在，吊杆孔的机械加工要求也很高，因为它是起连接上下的作用，如果互换性不好，就不能连接。吊杆有长600毫米、450毫米和 300 毫米三种规格，由用户根据安装环境任意选择。

（二）吊扇电机

吊扇电机又称扇头，如图 2－4 所示。电机是吊扇的主要部件，它由定子、滚珠轴承、油杯、上盖、转子、下盖六部分组成。定子绕组的结构见图 2－5 。定子轴用40～45 号 钢作材料，铁芯用型号为D_{21}～D_{22}，厚度为0.5毫米的硅钢片铆合而成。采用冷压工艺将定子轴压进铁芯内，形成的定子铁芯如图 2－6 所示。最后把每匝绕组放入槽内，槽数由 它 的极数决定，例如1400毫米（ 56英寸 ）吊扇为36槽18极，1200毫米为32槽16极，900毫米为28槽14极等。



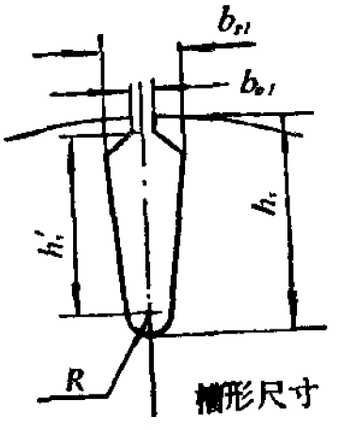


图 2－4　电机

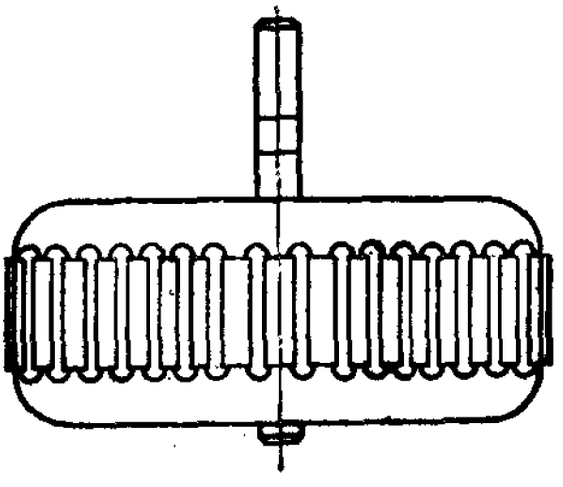


图 2－5　定子绕组

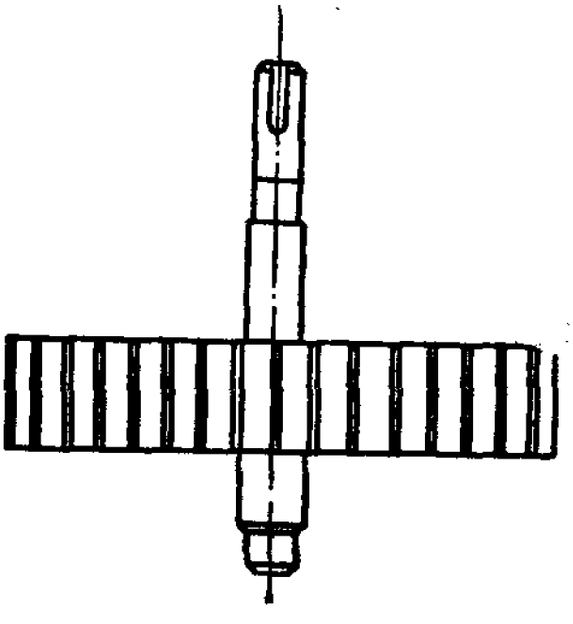


图 2－6　定子铁芯

吊扇电机的定子和转子的位置与一般的微型电机（ 例如台扇电机 ）恰好相反。一般微型电机是定子固定在外圆，转子在定子中间旋转的。而吊扇电机则是定子固定在中间，转

子绕定子旋转。转子外圆同样用硅钢片叠合而成。采用铸铝工艺制造的转子如图 2－7 所示。

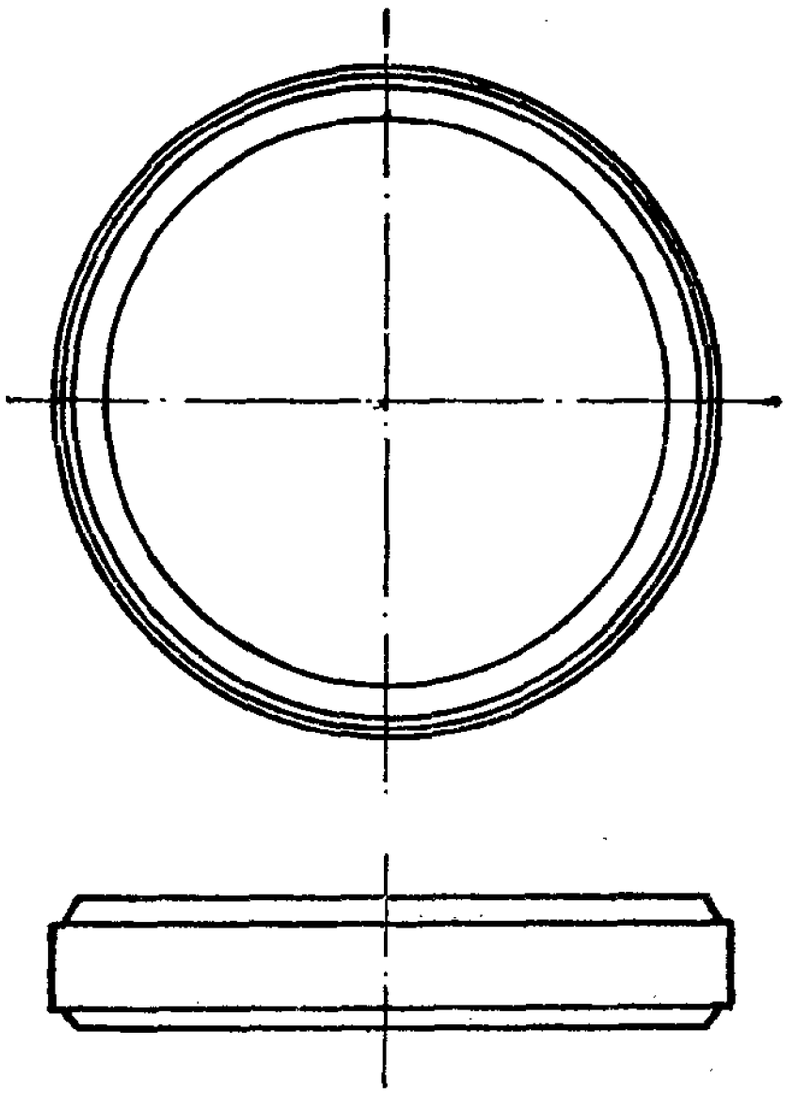


图 2－7　转子外形

电机的上盖和下壳用硅铝合金ZL_7压铸成形，但也有些工厂由于生产设备关系，采用浇铸工艺生产。最近还有些生产厂采用冷拉成形工艺，这种工艺比较简单，生产效率高，可以节约电能、煤和设备。但采用冷拉成形工艺以后，整个电机头重量减轻，因而带来了一些新的矛盾，例如当风翼的三片叶子扭转角度不一致或平衡不好时，吊扇运转起来会出现轻微的晃动现象。所以，多数吊扇的下壳采用铸铁件，因为这样做可以增加它的重力，减少晃动现象。而对其他零件加工的精度要求亦可相对降低，有利于提高生产率。上盖和

下壳外形如图 2 - 8 所示。

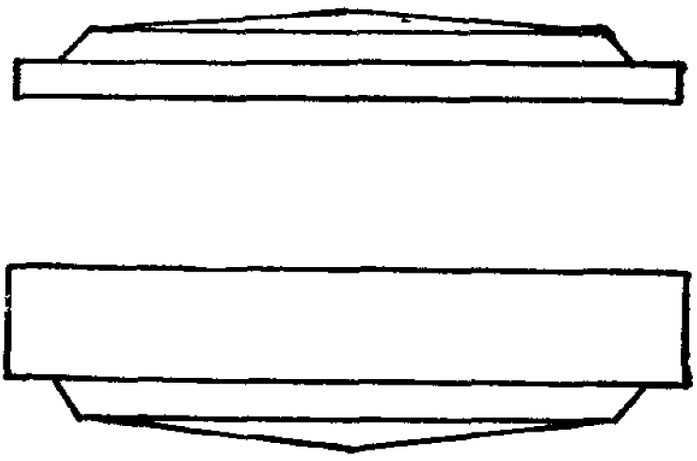


图 2 - 8　上盖和下壳

（三）风翼装配结构

风翼也叫做风叶，它也是吊扇的主要的部件。吊扇的风量大小与风翼翼片制造的角度有很大关系，这里简单地介绍风翼的翼片（也叫做叶片）一般用厚1.5毫米的铝板作材料，亦有采用木材制作的。但木质风翼要求翼片变形小，稳定性高，故成本也高，国内很少采用。下面以铝质风翼为例，介绍其结构及工艺。

风翼翼片的外形有很多式样，大规格的吊扇大多数采用大风翼片（也叫做叶片）。各种形状的翼片见图 2 - 9 。

大多数吊扇的风翼是三片翼片的，也有的是四片翼片的。通常说的吊扇规格就是指整个风翼的直径，也就是翼片旋转时所做的圆的直径。例如1400毫米吊扇就是指翼片旋转时，以顶端所作圆的直径为1400毫米。风翼由两个零件组成，即风翼架（或称副翼）和翼片，翼片有一定扭角和曲率。钻石牌1400毫米吊扇的副翼形状如图 2 -10所示。

翼片在不同的断面上的扭角是不同的，如 A-A 断面的角度为y，B-B角度为x，C-C段角度为z。

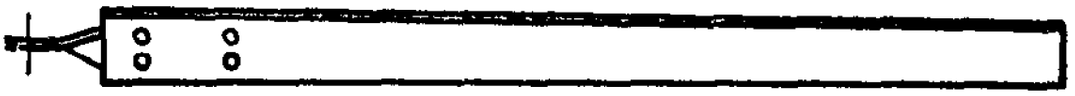
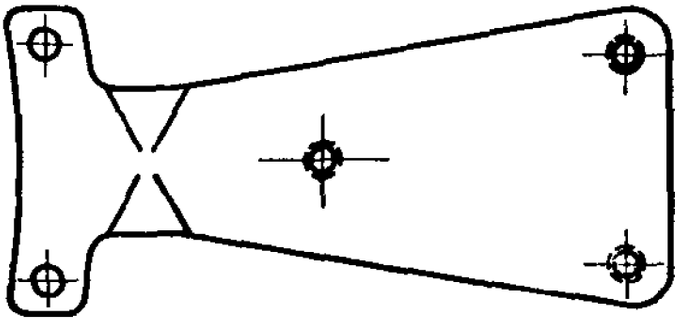


图 2-9　各种翼片形状



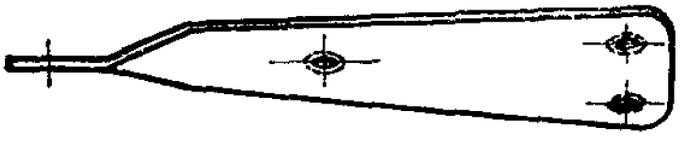


图 2-10　副翼形状

每片翼片除了有一定的扭角外，还有一定的曲率。图2-11是风翼片曲率示意图。由图可知，风翼片各处的曲率有一定的比例关系，如A-A处曲率为a，B-B处曲率为b，C-C处曲率为c，D-D处曲率为d，E-E处曲率为e。

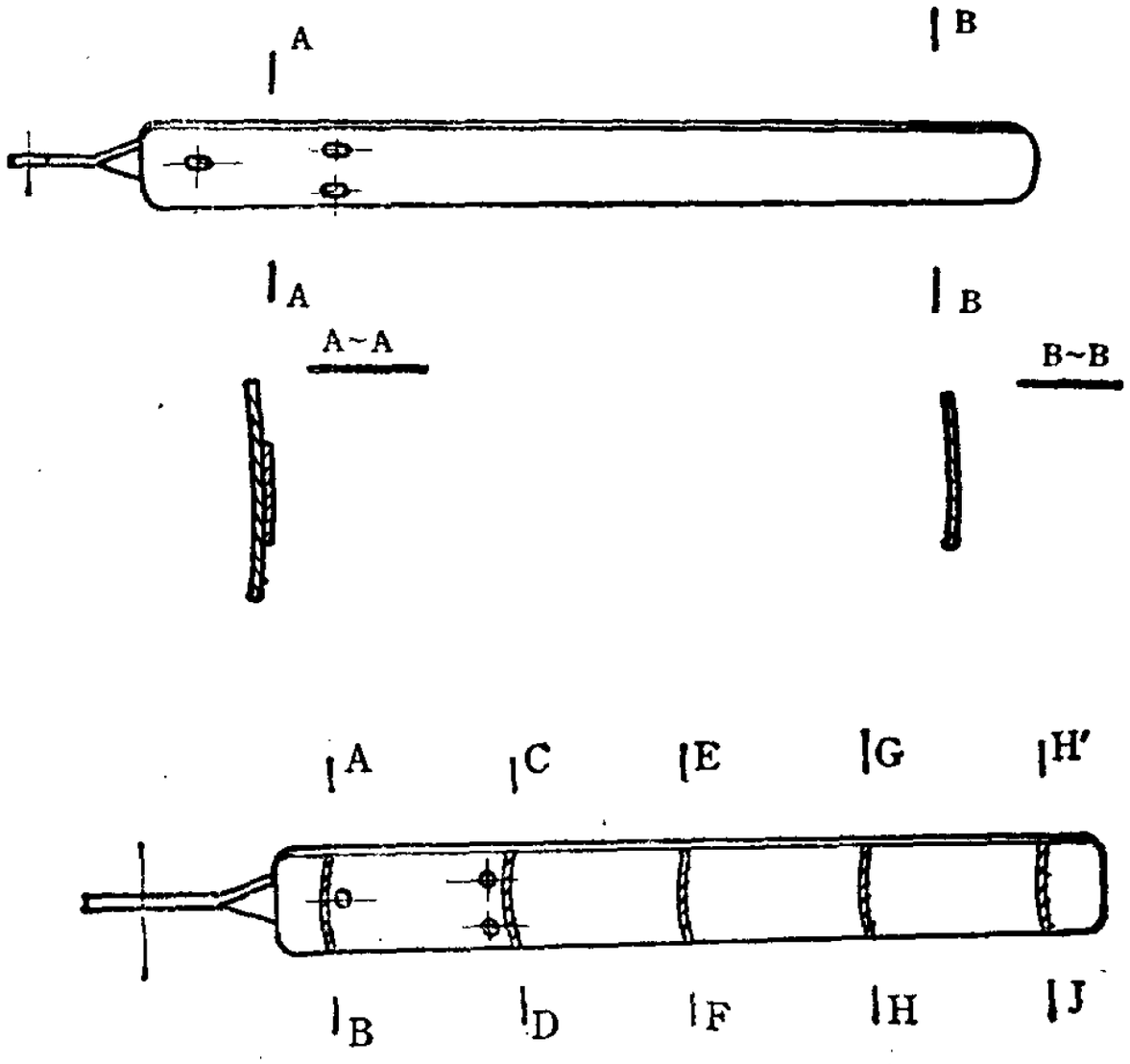


图2-11　翼片曲率示意图

吊扇风翼翼片的扭角和曲率要经过许多试验，才能达到理想的风量和使用值。风量和使用值与风翼的翼片数、风压、转速有密切的关系。有些工厂为了增加风量，节省电力，单纯从提高电动机的功率上去考虑。其实这样做是不能达到目的的。必须从改善翼片的扭角和曲率去考虑，才能找出解决问题的方法。

吊扇电机（扇头）的总装与分解见图 2-12。

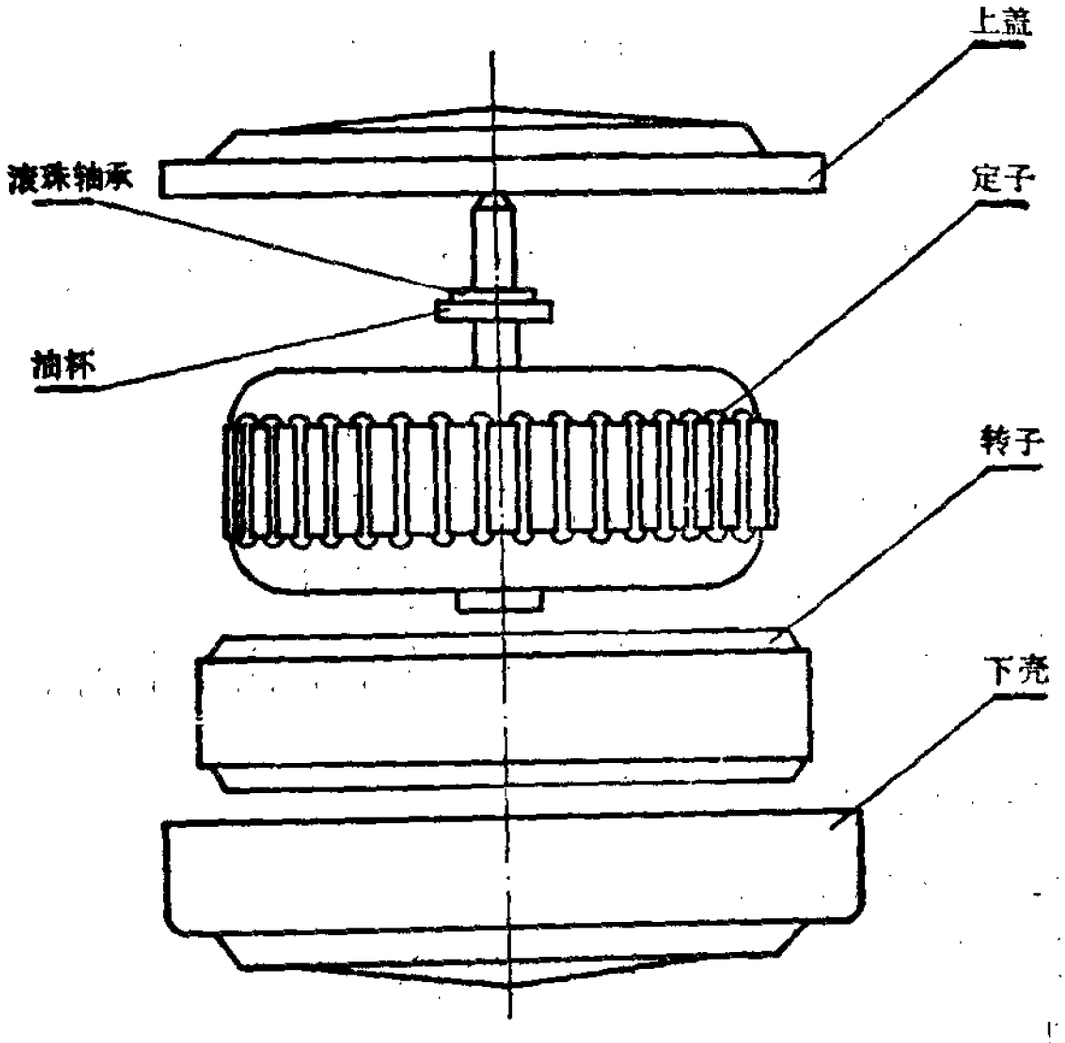


图 2-12　吊扇电机（扇头）分解图

风翼的翼片均匀地装配在电机(扇头)的转子壳上，当电机通电旋转时，风翼跟着旋转，翼片搅动空气而产生风量。装配风翼时，要在翼片与转子壳连接处垫上一块纸片，然后再紧固螺丝。这是由于转子的接触面与翼片的接触面不是很平整的，中间有一定的间隙，螺丝不容易固紧的缘故。如果螺丝紧固不牢，当吊扇风翼以初速旋转时就会产生响声。垫上纸片后，可以保证两个面的良好接触，而且螺丝容易上得牢固。

三、重绕吊扇电机绕组的简易计算

在修理吊扇时，有时会遇到一些意外的情况，例如吊扇的说明书已经遗失，电机绕组残缺不全，或者由于不小心掉失了拆卸绕组时记录的数据等。遇到这种情况时，只好重新计算绕组的各个参数。为了使用户自己也能动手修理，下面介绍简易计算绕组参数的方法，所采用的基本计算公式，只适用于电容式吊扇。而且这种简易计算不能用于代替设计计算。

（一）计算公式

主相绕组的电磁计算

计算的步骤和有关的公式如下：

1．确定重绕吊扇主相绕组的电源和极数。

2．测量定子的外径，铁芯长度，定子的槽数Q，定子槽形尺寸，定子齿的宽度，定子轭高，算出定子槽的面积。槽宽、定子轭高如图3-1所示。

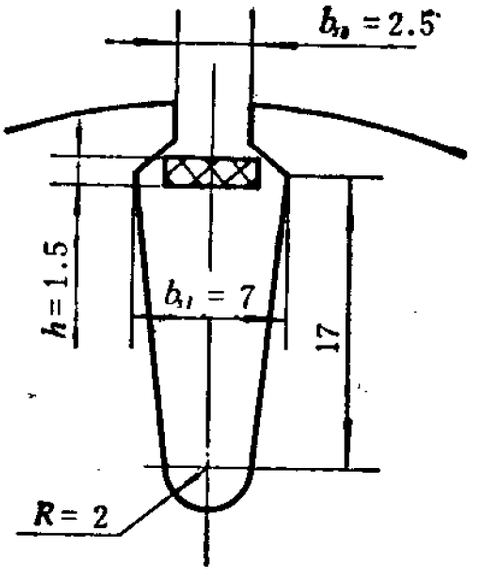


图3-1　槽宽、定子轭高尺寸

3．计算极距τ。计算公式为：

$$\tau=\frac{\pi D_1}{2P}\text{（厘米）}$$

式中　D_1——定子外径；

$2P$——极对数。

4．计算每极磁通。计算公式为：

$$\Phi = L_{Fe}\tau B_{\varphi} = \alpha_{\delta} L_{Fe}\tau B_{g} \quad （麦克斯韦）$$

式中 α_{δ}—— 极弧系数；

L_{Fe}——定子铁芯长（厘米）；

τ——极距（厘米）；

B_g——空气隙磁通密度（高斯）。

吊扇主相绕组饱和系数的选取范围一般为1.1～1.45。极弧系数α_{δ}的选取见下表：

饱和系数	1.1	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65
极弧系数	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.717	0.725	0.733	0.747	0.747	0.753

各生产厂选取的空气隙磁通密度是有差别的。吊扇的运转要求低噪音，选取较低的空气隙磁通密度，可以降低风扇电机的电磁噪音。但选取低的空气隙磁通密度会增加硅钢片和铜线的消耗，增大电机体积。因此吊扇电机的设计应照顾上述两个方面，才有利于降低成本。对于修理者来说，既要考虑降低噪音，又要考虑槽的容积是否容纳得下所有的导线。不然的话，最后因放线槽太小，容纳不下所有导线，就会造成返工。空气隙磁通密度的选取可参考表2。

5．计算主相串联总导体数Z_{φ}。计算公式为：

$$Z_{\varphi} = \frac{K_E U_H \times 10^8}{2K_B \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{dp}}$$

式中 K_E——压降系数，是定子绕组通电后，由于电阻及电抗的原因，引起实际有效电势相对减少，一般选取范围为 $K_E = 0.7 \sim 0.9$；

U_H——外界输入的电压（伏）；

K_B——波形系数；

f —— 输入电压的频率（赫兹）；

K_{dp}——绕组系数；

Φ——每极磁通（麦克斯韦）

6．计算主相每槽匝数。计算公式为：

$$Z_1 = 2\frac{Z_\tau}{Q}\text{（根）}$$

7．验算定子轭部磁通密度。验算公式为：

$$B_{G1} = \frac{\Phi_\varphi}{2h_{G1}L_{Fe}K_{Fe}}\text{（高斯）}$$

式中 h_{G1}——定子轭部高（厘米）；

L_{Fe}——定子铁芯长（厘米）；

K_{Fe}——铁芯的压装系数，铁芯冲片涂漆的取0.92，不涂漆的取0.94，贴绝缘纸的取0.9。

定子轭部高h_{G1}可由直接测量取得，也可由计算取得，如图3-2所示。计算公式为：

圆底槽 $$h_{G1} = \frac{D_1 - D_{i1}}{2} - h_S + \frac{1}{3}R$$

平底槽 $$h_{G1} = \frac{D_1 - D_{i1}}{2} - h_S$$

式中 D_1——定子外径（厘米）；

D_{i1}——定子内径（厘米）；

h_S——槽高（厘米）；

R——槽底圆弧半径（厘米）。

对于圆底槽，实际测得的h_{G1}增加1/3 R，才能与计算取得的h_{G1}值相当。对平底槽（一般是转子才有）则不须增加。

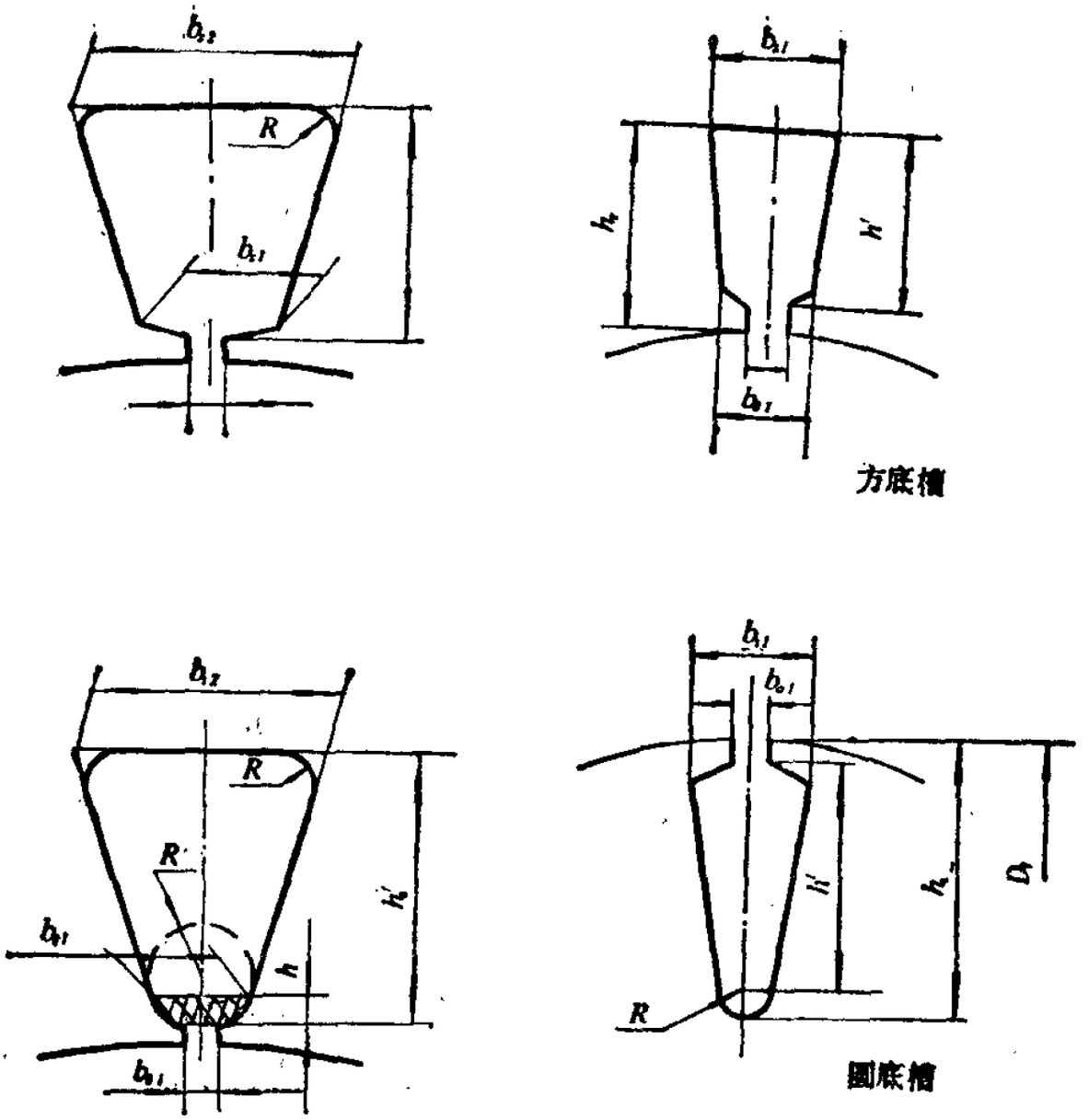


图3-2　各类槽形状

8．验算定子齿部磁通密度。验算公式为：

$$B_T = \frac{\Phi_\varphi}{\alpha_\delta S_T} \quad （高斯）$$

式中　S_T为每极齿部面积，可按下式计算：

$$S_T = K_{Fe}\frac{Q}{2P} b_{T1} L_{Fe}（厘米^2）$$

其中b_{T1}是定子齿部宽度。对于平行齿可直接测出宽度，对于非平行齿其宽度可在接近最狭窄处的1/3位置测得，亦可用如下公式计算：

平行齿　$b_{T1} \approx \frac{\pi D S_1}{Q} - b_{S1}$（厘米）

非平行齿宽 $b_{T1}=\dfrac{\pi(D+2/3h_S)}{Q}-b_{S1}$（厘米）

如果验算结果齿磁密和轭磁密偏高或超出表2列出的范围，应重新选择气隙磁密或极弧数进行计算。经过反复计算之后，一定能选出合适的数据来。

吊扇电机定子绕组电磁计算的参考数据见下表。

数据名称	符号	单位	数据
空气隙磁通密度	B_{g1}	高斯	3000～6000
定子轭部磁通密度	B_{C1}	高斯	9000～13000
定子齿部磁通密度	B_{T1}	高斯	10000～14000

9．定子绕组导线直径的确定。

定子绕组的匝数确定之后，便可算出漆包线的线径。先由本书附表查出各种规格吊扇的功率，然后按下述步骤计算。

（1）求总电流，有$I=\dfrac{P}{U\cos\varphi}$。对于电容式吊扇，功率因数$\cos\varphi$一般为0.85～0.98。罩极式吊扇的功率因数较低，约为0.45～0.60。

（2）求导线直径，计算公式为：

$$d=\sqrt{\frac{4I}{\pi\Delta_j}}=\frac{2}{\sqrt{\pi\Delta_j}}\sqrt{I}\quad（毫米）$$

式中 I为总电流（安）；Δ_j为电流密度，一般取4～7安/毫米^2；d_1为裸铜线直径（毫米）。

求出导线直径后，由书本附录表中查出相应直径的铜线。查表时，一般取表列直径数中较大值，不应取较小的

值。然后由表查出绝缘层漆包线的直径。

10。槽满率的验算。验算公式为：

$$f_{f1}=\frac{Z_1 d^2}{S_e}$$

式中 Z_1——每槽匝数；

d——漆包线外径（毫米）；

S_e——槽的有效面积（毫米^2）。

11。计算槽的有效面积。

近二三十年设计生产的吊扇，转子（或称外吸铁）多安装在外层，定子槽多为圆底槽。国外早期生产的一些吊扇，则把定子安装在外层，转子安装在中心，其中这些吊扇的定子槽设计是方底槽。近年来外国由于怀古情绪的增长，古典式吊扇有兴起的趋势。所谓古典式吊扇，就电机设计上来说，就是把定子安装在外层。下面是不同形状的槽的面积计算公式。

（1）圆底槽面积：

$$S_S=\frac{2R+b_{s1}}{2}(h_S-h)+\frac{\pi R^2}{2}\text{（毫米}^2\text{）}$$

（2）平底槽面积：

$$S_S=\frac{b_{s1}+b_{s2}}{2}(h_S-h)\text{（毫米}^2\text{）}$$

参看图3-2。

（3）槽绝缘所占面积：

双层绕组：

$$S_i=C(2h_S+\pi R+2R+b_{S1})\text{（毫米}^2\text{）}$$

单层绕组：

$$S_i=C(2h_S+\pi R+b_{S1})\text{（毫米}^2\text{）}$$

（4）槽的有效面积：

$$S_e = S_S - S_i$$

其中，槽楔厚度C一般选取1～4毫米，对于A级 绝缘$C=0.35\sim0.45$毫米；对于E级绝缘$C=0.20\sim0.40$毫米。

槽满率f_1的数值应控制在0.6～0.75，如果取大了，落线比较困难。

主相绕组的制作，参考本书绕组修理部分。

副相绕组的电磁计算

步骤和计算公式如下：

1．计算匝比K。

匝比是主相绕组每槽匝数与副相绕组之比。影响匝比的因素较多，业余修理者一般难于作详细的计算，实际上也不可能。它的波动范围在0.8～2之间，所以匝比：

$$K=\frac{Z_1}{Z_2}=0.8\sim2$$

式中 Z_1——主相每槽匝数；

Z_2——副相每槽匝数。

2．计算副相每槽匝数。计算公式为：

$$Z_2=KZ_1$$

3．确定电容量。先算出副相电流，然后选择相应的电容器，再算出电容器容量。

（1）副相电流：可由估计得到。一般，副相电流I_a为总电流的40～80%，也有大于总电流的。

（2）电容器选择：除了注意容量的大小之外，还要注意电压的高低以及结构形式。一般只能选择专用的无极性风扇油浸电容器，其他形式的电容器都不能选用，如电解电容器、光管电容器等。

目前常用的电容器的电压等级有300伏，400伏，500伏，

600伏几种。电容器容量常用的有1微法，1.2微法，2微法，2.4微法，3微法，4微法等。

（3）计算电容量：计算公式为：

$$C=\frac{I_a\times10^6}{2\pi fU_c}\text{（微法）}$$

式中 I_a——副相电流（安）；

f—— 外电源的频率（赫芝）；

U_c——电容器上的规定电压（伏），一般以取电容器上的规定电压70%～95%为宜。

4．选择副相导线。

（1）先计算副相绕组截面，计算公式为：

$$S=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot S_1\text{（毫米}^2\text{）}$$

式中 Z_1——主相每槽匝数；

Z_2——副相每槽匝数；

S_1——主相绕组导线面积（毫米^2）。

（2）再计算副相导线直径d_2，计算公式为：

$$d_2=2\sqrt{\frac{S}{\pi}}\text{（毫米）}$$

然后根据计算值由附表中找出相应直径的漆包线。

（3）最后核算副相槽满率，核算公式为：

$$f_{f2}=\frac{Z_2d_2^2}{S_c}$$

式中 d_2——副相带绝缘漆层的漆包线外径。

（二）计算实例

有一台1400毫米（即56英寸）的旧吊扇，测得定子数据如下（外观观察为平行齿形）：

铁芯长L=28毫米；铭牌标明功率为80瓦；定子槽 数Q

=36槽；定子外径D_1=139.5毫米；测得定子磁轭h_{a1}=2.006厘米；测得定子齿宽b_{T1}=0.49厘米。

现准备重新落线，设电源电压为220伏，频率为50赫兹。求电容式运行时，主副绕组每槽匝数。具体计算步骤如下。

主相绕组的计算

1．极数的确定。因定子槽数是18的整数倍，所以得知$2P$=18极。

2．求极距τ。由下式算出：

$$\tau=\frac{\pi D_1}{2P}=\frac{\pi\times 13.95}{18}=2.43\text{（厘米）}$$

3．选取气隙磁密B_g。从表2选取B_g=4000高斯。

4．求每极磁通Φ。从表1选取d_δ=0.68，则有

$\Phi=\alpha_\delta L_{Fe}\tau B_g=0.68\times 28\times 4000\times 2.43=18506.8$（麦克斯韦）

5．求主相串联总导体数Z_φ。按下列计算，得：

$$Z_\varphi=\frac{K_E U_H\times 10^8}{2\cdot K_B\cdot f\cdot \Phi K_{dP}}$$

选取$K_E=0.8$，$K_B=1.1$，$K_{dP}=1.0$ 则：

$$Z_\varphi=\frac{0.8\times 220\times 10^8}{2\times 1.1\times 50\times 18506.8\times 1}=8645\text{（根）}$$

6．计算主相每槽匝数。按公式有：

$Z_1=2Z_\varphi/Q_1=2\times 8645\div 36=480$（匝）

7．验算定子轭部磁通密度。按公式验算，有：

$$B_a=\frac{\Phi_\varphi}{2h_{a1}L_{Fe}K_{Fe}}=\frac{18506.8}{2\times 2006\times 2.8\times 0.94}$$

$=1752$（高斯）

8．验算定子齿磁通密度。先求每极齿部面积，然后计

算。

（1）每极齿部面积为：

$$S = K_{Fe} \cdot \frac{\alpha_1}{2P} b_{T1} L_{Fe}$$

$$= 0.94 \times \frac{36}{2P} \times 0.49 \times 2.8 = 2.58 \text{（厘米}^2\text{）}$$

（2）定子齿磁通密度为：

$$B_{T1} = \frac{\Phi}{\alpha_\delta S_T} = \frac{18506.8}{0.68 \times 2.58} = 10548.7 \text{（高斯）}$$

从上述计算中可看出，定子轭部磁通密度和定子齿磁通密度均符合表2的要求。

9．选择定子主相导线直径。先求总电流，然后通过计算和查表选择相应导线。

已知功率为80瓦，取$\cos\varphi = 0.9$，则按公式计算得总电流：

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi} = \frac{80}{220 \times 0.9} = 0.404 \text{（安）}$$

按公式求主相导线直径，Δ_j取6安/毫米^2，则有：

$$d = \sqrt{\frac{4I}{\pi\Delta_j}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.404}{3.1416 \times 6}}$$

$$= 0.29279 \text{（毫米）}$$

查附表可知相应的裸线直径为0.29毫米，加上绝缘层，导线直径应为$d_1 = 0.34$。

10．验算槽满率。按公式计算，得圆底槽面积

$$S_S = \frac{2R + b_{S1}}{2}(h'_S - h) + \frac{\pi R^2}{2}$$

$$= \frac{2 \times 0.2 + 0.7}{2}(1.7 - 0.15) + \frac{\pi \times 0.2^2}{2}$$

$=0.8525+0.0628$

$=0.9153$厘米$^2=91.53$毫米^2

采用单层绕组，E级绝缘$C=0.03$，则

$$S_i=C(2h_S+\pi R+b_{S1})$$

$$=0.03(2\times1.65+3.1416+0.77\times100)$$

$=0.1619$厘米$^2=16.19$毫米^2

按公式计算槽净截面积，有：

$$S_e=S_S-S_i=91.51-16.19=75.32(\text{毫米}^2)$$

槽满率$f_{f1}=\dfrac{Z_2(d_1)^2}{S_e}=\dfrac{480\times0.34^2}{75.32}=0.7366$

副相绕组计算

计算步骤如下：

1．匝比K的选择，取$K=1.35$。

2．按公式求副相每槽匝数，有：

$$Z_2=KZ_1=1.35\times480=648(\text{匝})$$

3．确定电容量。

（1）先估计副相总电流I_a。取$I_a=0.60\%I$，则副相总电流$I_a=0.6\times0.404=0.2424$（安）。

（2）然后计算电容量。选用400伏电压级电容器，由于此电容器实际运行电容电压为370伏，故$U_a=370$伏，则电容量：

$$C=\frac{I_i\times10^6}{2\pi fU_a}=\frac{0.2424\times10^6}{2\times3.1416\times50\times370}=2(\text{微法})$$

4．副相导线的选择

（1）先求副相导线的截面积，按公式计算有

$$S_2=\frac{Z_1}{Z_2}S_1=\frac{480}{648}\times\pi\left(\frac{0.29}{2}\right)^2=0.0489(\text{毫米}^2)$$

（2）再计算副相导线直径，按公式计算有：

$$d_2=\frac{2}{\pi}\sqrt{\pi S_2}$$

$$=\frac{2}{3.1416}\sqrt{3.1416\times0.0489}=0.2495\text{（毫米）}$$

然后按附表选取导线直径。裸线直径为0.25毫米，带绝缘层的导线直径为0.3毫米。

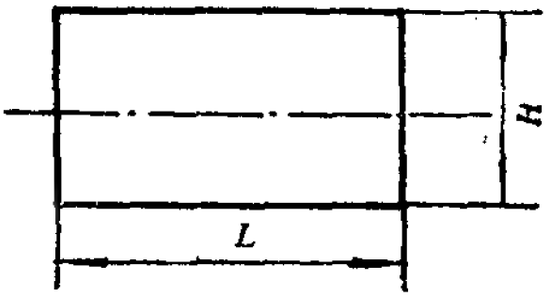
（3）最后核算副相槽满率。按公式计算有：

$$f_{t2}=\frac{Z_2(d_2)^2}{S_e}=\frac{648\times0.3^2}{78.02}=0.7475$$

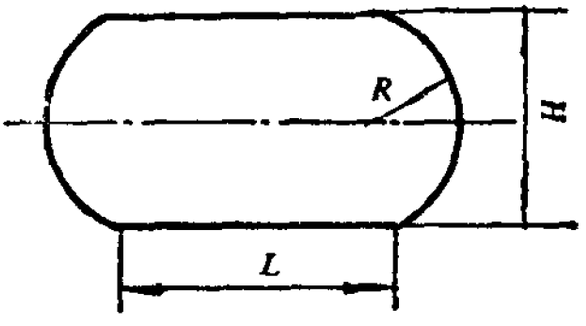
绕线板的制作

完成上述计算后，便可制作绕线板。制作绕线板的步骤如下：

1．可用手捏制一个线圈，试放到槽内，如果放得顺当，则线圈可按此尺寸制作。



2．按修理提供的数据，节距采用1～3，线模采用矩形。如图3-3所示。



$a=L_{Fe}+C=28+24$

$=52$（毫米）

$b=\tau=24$（毫米）

计算到此全部完毕，接着可进行落线准备工作，下面的各种绕组展开图可供参考。

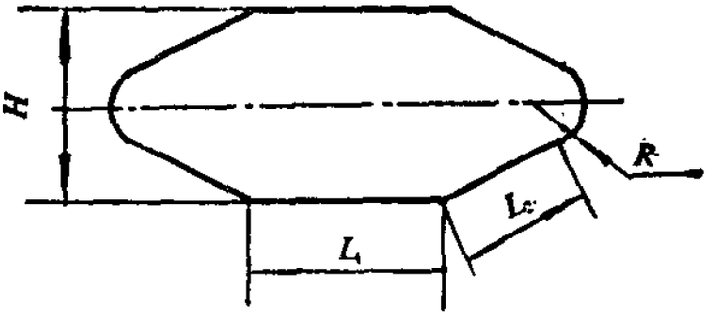


图3-3　长形线模和椭形线模

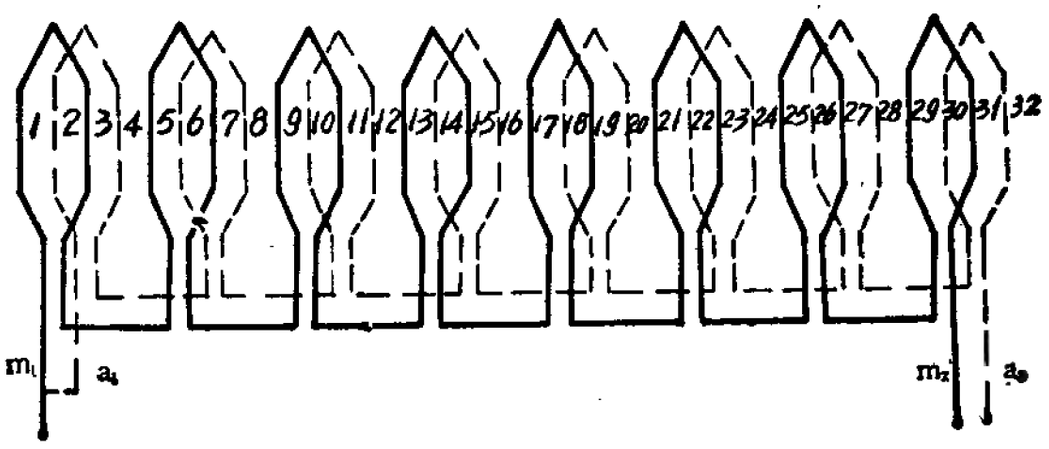


图 3 - 4　1200毫米吊扇16极单层罩极接法绕组展开图

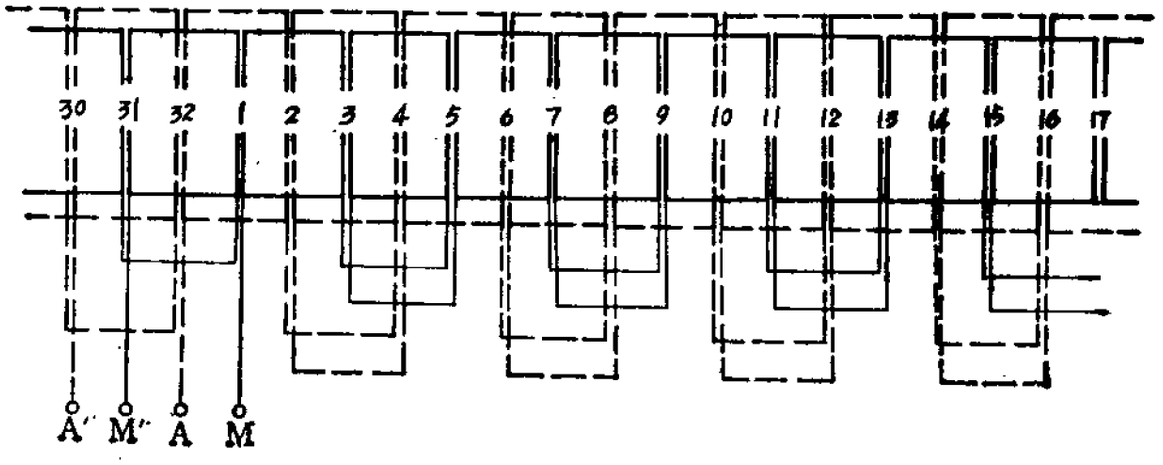


图 3 - 5　1200毫米吊扇双层绕组展开图

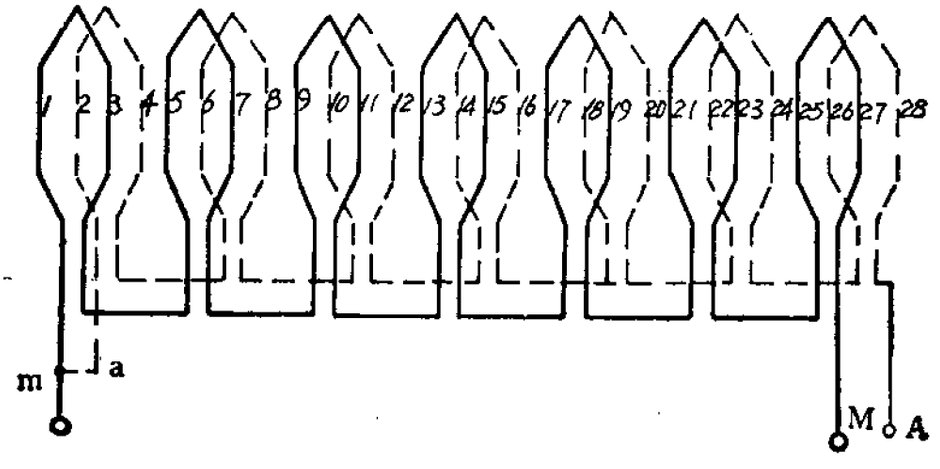


图 3 - 6　900毫米吊扇绕组展开图

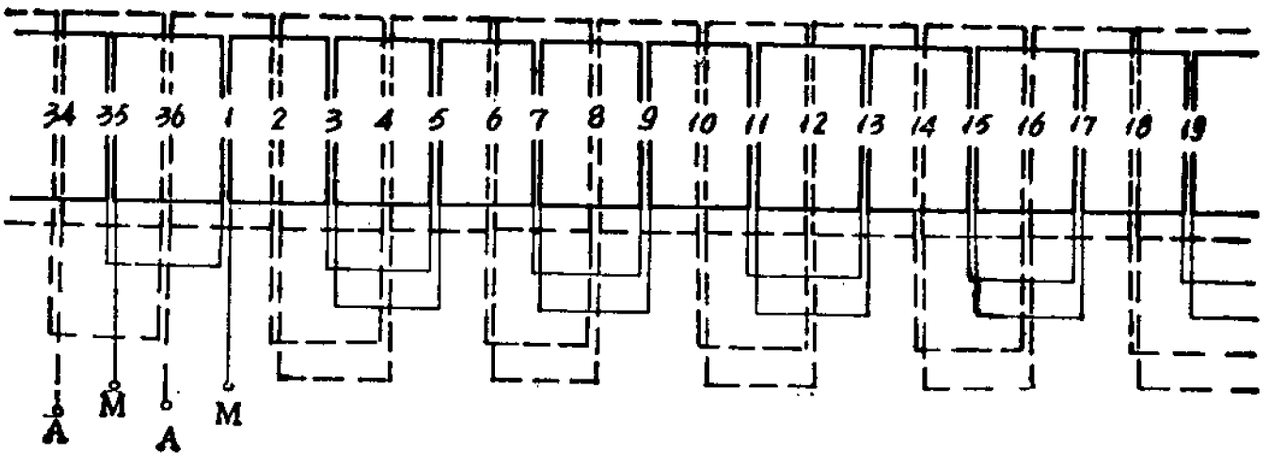


图 3 - 7　1400毫米吊扇绕组展开图

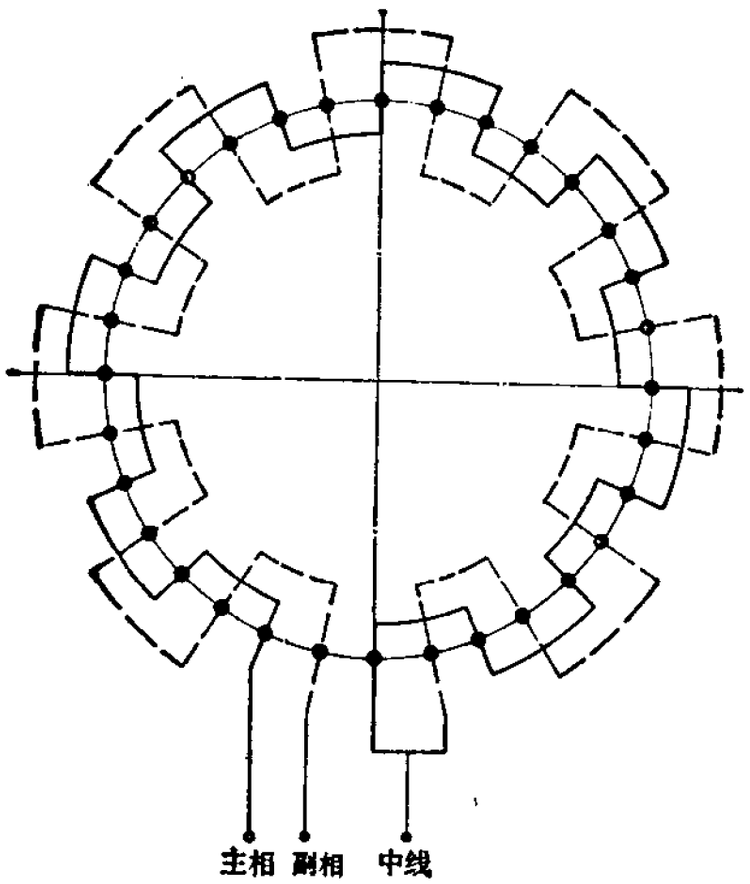


图 3 - 8　1200毫米单层绕组接线图

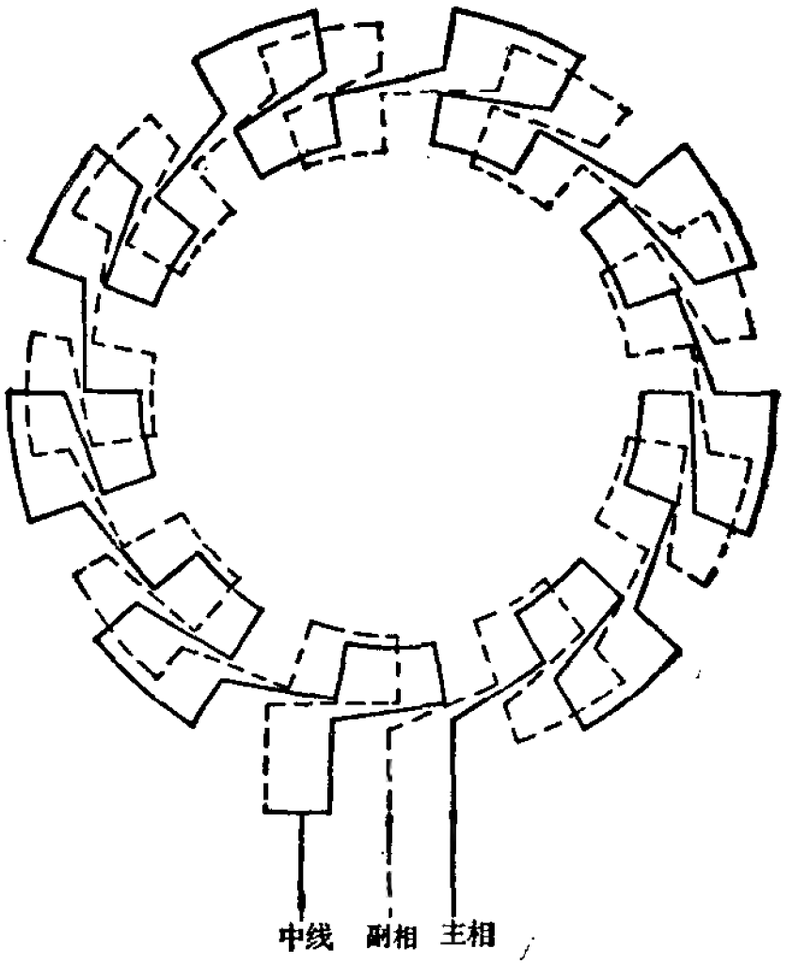


图 3－9　1400毫米吊扇接线图

（三）调速开关

以1400毫米18槽的吊扇为例来说明调速原理。这台吊扇的同步转速的计算值是333转/分，但由于存在转差，实际转速约是295转/分。如果需要降低转速以适应各种环境，就需要在电路中串入电抗器。电抗器调速的原理是用降低吊扇电机的外加电压的方法，来减少绕组线圈每匝的伏数，亦即减弱磁场强度，从而降低吊扇的转速。

市售调速开关就是利用这一原理制成的，一般设有五挡调速或七挡调速。新华通风设备厂生产的钻石牌吊扇采用七挡调速，每挡的转速如下表。

钻石牌吊扇调速器各挡转速和功率损耗

挡　数	转速/分	每挡功率损耗(瓦)
第一挡	286	78
第二挡	261	65
第三挡	241	58
第四挡	212	51
第五挡	194	46
第六挡	167	40
第七挡	140	30

由表可知，第七挡的转速降约为第一挡的二分之一。每分钟的为140转，这个转速相当慢，在这种转速下，把一张纸放在吊扇下的桌子上，也不会被吹走，而人们仍有凉快的感觉。这个转速对老年人和儿童比较适合，也适用于办公室等场合，开动吊扇，既可纳凉，又不致于把桌上的文件，纸张吹走。

要使调速开关与吊扇匹配得好，必须经过大量计算和实测，才能取得满意的效果。所以，最好是选用与吊扇配套生产的调速开关。如果随便在商店购买一个调速开关使用，则很难保证匹配效果良好。

吊扇调速开关的设计测算过程大致如下：

以1200毫米吊扇为例，设计调速开关时，要先在电机的输入电路中串入外接调压器，再调节外加电压，使吊扇转速降低到预定的数值，读出电压、频率、电流、转速和输入功率等数据，然后根据测试数据求出调速开关电抗器的伏安容量的初步值，作为设计的初始依据。最后代入计算公式进行计

算。计算过程从略，测速线路如图 3 -10所示。

最近有一种调速开关采用可控硅控制调速的方法，其原理示意如图 3 -11所示。

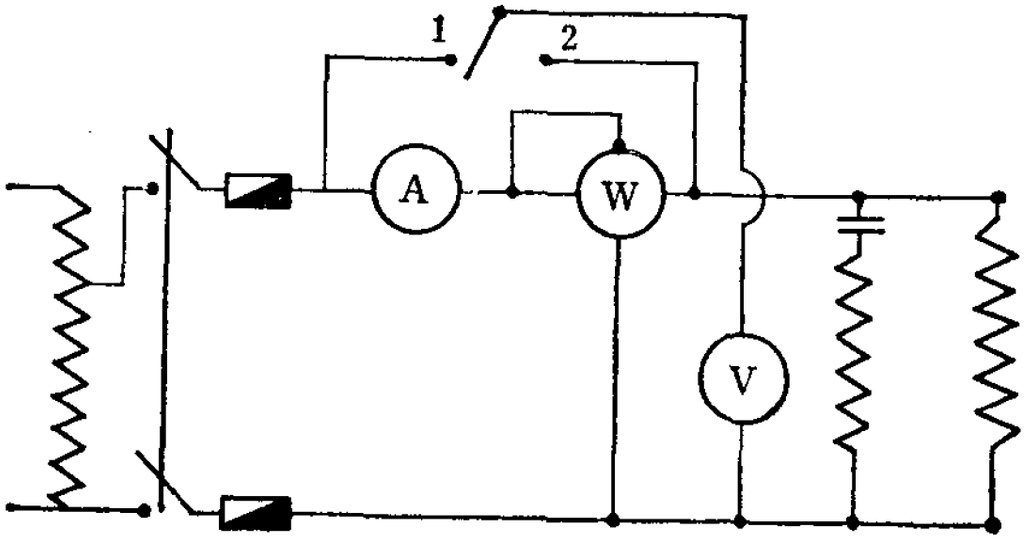


图 3 -10　测速线路

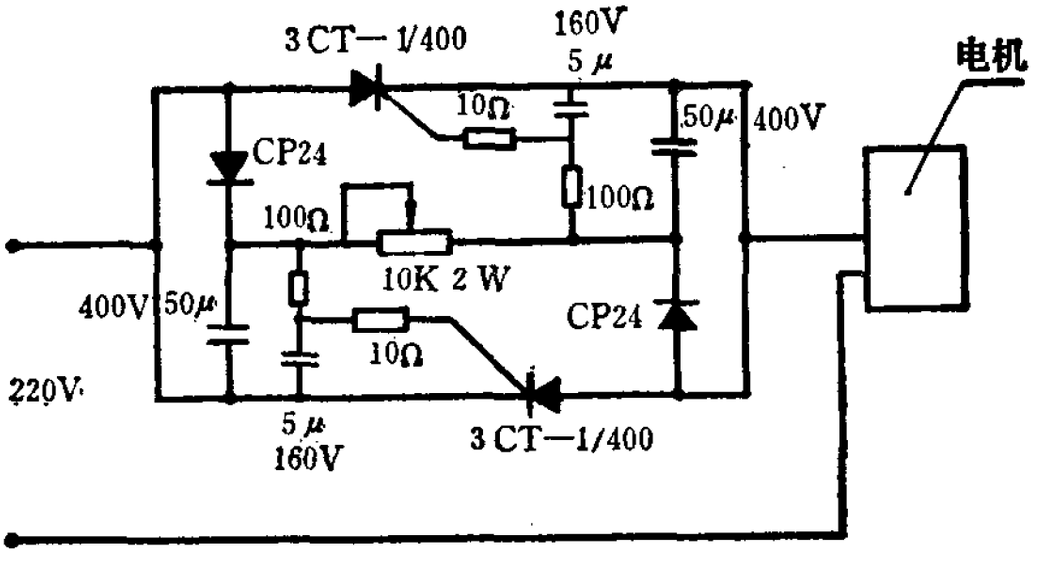


图 3 -11　可控硅调速原理

四、吊扇的性能与选购

（一）主要技术指标

工厂每设计生产一种吊扇，都要规定产品的性能和相应的技术指标，以便对产品的质量进行比较和评价。为了对用户负责，每台吊扇出厂时都要按技术指标进行质量检验，合格的才准予出厂。此外，各地工业产品检验部门还定期按国家标准进行质量抽查。吊扇的性能和主要技术指标如下。

1．风量和使用值：

吊扇在额定电压、额定频率下全速运转时，在规定的试验室内测得的总风量除以输入功率所得的数值称为使用值。使用值大，说明吊扇的总风量大而输入功率小。同类规格和同一功率的吊扇，使用值大的比较省电。各种规格风扇的风量和使用值见下页表。

2．调速比：

吊扇如何调速，则应符合下列要求：

（1）在额定电压和额定频率下，吊扇在调速开关最慢挡运转时转速应不大于全速运转时的50%；

（2）各挡转速应有明显的差别；

（3）吊扇应能在调速开关（调速器）的任何速度挡上连续运转；

（4）调速开关（调速器）应具有与电源断开的挡。

3．起动电压：

吊扇由静止状态启动所需的电压称为起动电压。有调速

各种规格吊扇的风量和使用值

风翼直径(毫米)	风量(米³/分)	使用值（米³/分·瓦）	
		电容式	罩极式
700	105	2.80	1.70
900	140	3.05	2.12
1050	170	3.10	2.40
1200	215	3.25	2.74
1400	270	3.50	2.83
1500	300	3.70	3.00
1800	325	3.85	3.08

开关的电容式吊扇其起动电压是：当调速开关（调速器）处于最慢挡时为额定电压的85%；无调速开关的吊扇，其起动电压是额定电压的80%。

4．温升：

吊扇各部分的温升不应超过下表的规定。

测量部位	温升 ℃		测量方法
	A级绝缘	E级绝缘	
电动机绕组及调速器线圈	60	75	电阻法
电动机及调速开关铁芯	45	60	温度计法
易于触及的外表面	20	20	温度计法

5．耐压性能

吊扇的带电部分与外露金属之间的绝缘，应能承受频率为50赫兹的1500伏交流试验电压，要求在历时一分钟的耐压

试验中不发生击穿或闪络现象。

6.防潮性能：

吊扇及调速开关（调速器）在防潮试验条件下，连续放置48小时后，其绝缘性能应符合下列要求：（1）绝缘电阻阻值不低于2兆欧；（2）应能承受频率为50赫兹的1250伏交流试验电压，并在历时一分钟的耐压试验中不发生击穿或闪络现象。

7.悬吊装置的质量应符合下列要求：

（1）悬吊必须牢固可靠，装置的联结部分应有防止由于扭力反复冲击而引起松动或磨损的安全装置；

（2）电机（扇头）和吊杆如用螺纹联结，其旋入部分的深度应不少于25毫米；

（3）悬吊装置应用金属材料制成，其机械强度应能承受9800牛顿的拉力和49牛顿的扭力而不断裂。吊扇的风翼在运行时不应有显著的颤动现象，翼片和翼架应能安装牢固，在运转中不松脱。

8.使用寿命指标：

吊扇在全速运转条件下，使用寿命不应低于5000小时（连续使用），吊扇的调速开关在额定电压下，施以最大负载电流，经5000次操作试验后应能正常使用。

以上是吊扇生产厂必须执行的主要技术指标，如果其中有一项达不到要求，则认为产品不合格。许多厂家尤其重视安全方面的指标，例如对悬吊装置要求绝对牢固可靠，因为吊扇悬吊在空间运转，每次启动和运转都要经受拉力和扭力的冲击，如果悬吊装置结构不可靠或金属材料本身有缺陷，经受不起长时间磨损，就会使整台吊扇掉下来，导致不必要的损失，所以这一项指标均经过严格试验才能投产的。

（二）怎样选购吊扇

当你到商店去购买商品，尤其是购买高档的耐用消费品时，就会认真地考虑和检查商品的质量，观看商品的外表、款式，然后决定是否购买。选购吊扇也是这样。要想在许多吊扇中选择一台较理想的吊扇有时并不那么容易。每台吊扇虽然出厂时都经过检查和试验，技术指标符合原设计要求，但是由于各厂的设计指标及工艺不同，质量便有所差异，加上在产品的运输过程中，如果包装不牢或装卸粗暴，也会引起质量问题。因此对购买者来说仍有必要作一些比较和选择。这里提供几点意见供购买者参考。

1．首先阅读说明书，了解商品规格和技术性能。例如吊扇的型号、性能、功率、使用电压、频率、出厂时间、使用方法、技术数据、电源线接法、总装配图以及产品合格证等等。

2．检查吊扇有无漏电现象。将吊扇悬挂在空间，先不安装风翼，接通电源（按说明书接线图连接）。通电后，用手指背触摸吊扇的金属外壳，如果触摸时手指有电麻的感觉，即表明有漏电现象，这时检查者的手指会自然地向手心弯缩，立即脱离带电体。如果触摸外壳没有什么感觉，则认为不存在漏电现象。

3．外观检查。吊扇除要求外型美观大方，色泽调和之外，还要求电镀件和喷漆件表面光滑，电镀件不应有锈点或明显刮手的毛刺；喷漆件不应有发霉点，漆块脱落或颜色不均匀，明显流痕和皱纹等。带有吊灯的吊扇，还应通电检查灯泡是否明亮，吊扇转动是否有忽明忽暗的现象。

4．检查风翼。先检查翼片（叶片）油漆是否色泽均匀，有无麻点，风翼的每翼片尺寸是否一致。通电旋转时，从慢

挡到快挡，观察各个翼片运动轨迹是否一致，如果风翼运动时翼片的运动轨迹有明显的差异，就表明翼片已经变形。翼片变形会影响风扇的稳定运行，甚至产生振动和明显的风鸣音。

5.检查调速开关，调速开关是吊扇的附件，有些厂的吊扇附有调速开关出售的。对调速开关，首先检查外壳有无变形，面板是否光亮。然后接通电源，观察每挡的转速是否有明显的不同。最后，还应检查开关旋钮的转动是否灵活，接触是否良好。

市场上出售的调速开关，种类很多，但结构形式大致相同。每种规格的吊扇都有专用的调速开关，所以应尽可能购买与吊扇配套生产的调速开关。如果不是配套生产的调速开关，购买时应注意做到转速的正确匹配。下表列出各种规格调速开关每挡的绕线匝数，供用户参考。

匝数 / 挡数 / 规格	第一挡	第二挡	第三挡	第四挡	第五挡	第六挡	第七挡
1400（毫米）	与电机连接	325	383	453	555	700	850
1200（毫米）		200	150	160	400		
900（毫米）		350	480	600	750		

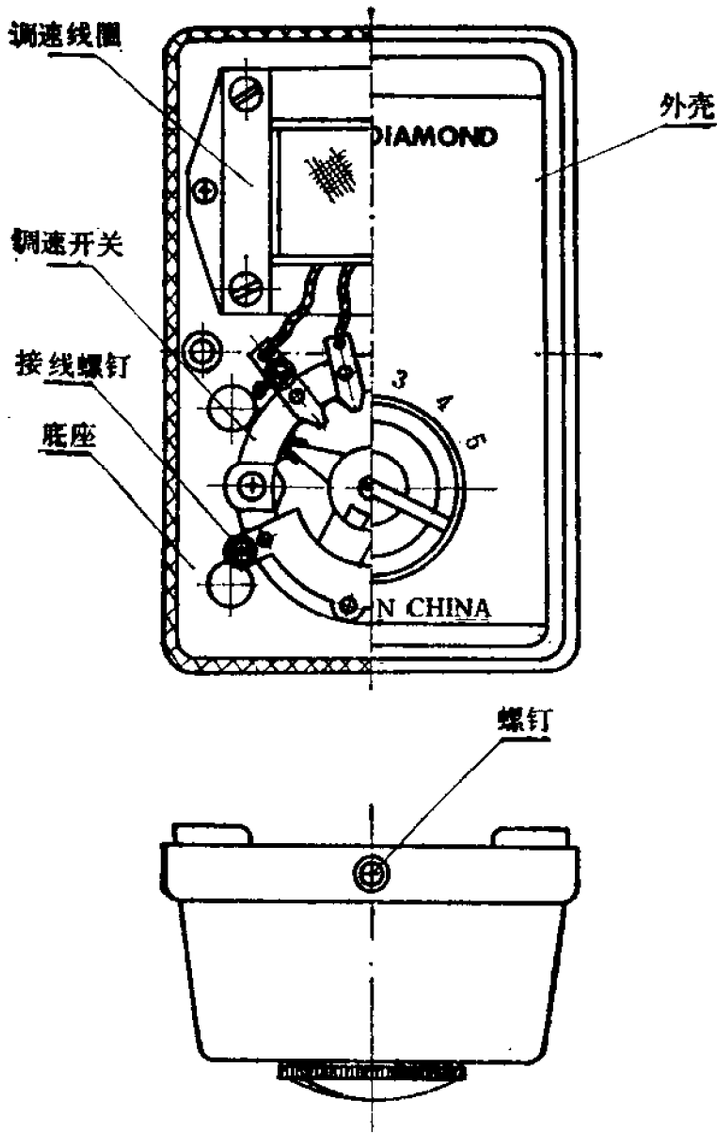


图 4-1　调速开关装配图

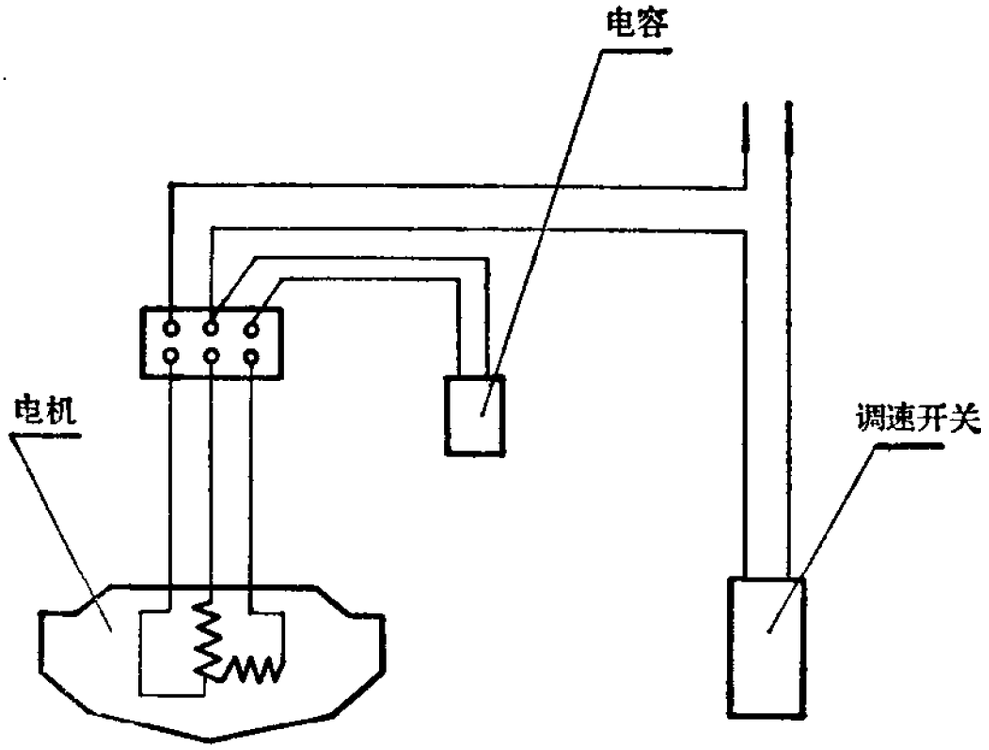


图 4-2　吊扇调速接线图

五、吊扇的修理

吊扇使用一段时间之后，有可能出现一些毛病，需要及时修理。一般地说，需要修理的吊扇可以分为两大类，一类是风翼不转动，另一类是风翼虽能转动，但嘈音很大，还夹杂有各种响声，如轻的或重的磨擦声，且有明显的振动现象等。吊扇一旦出现这两种不正常的现象，就应立刻停止使用和进行修理。

（一）寻找故障的步骤

下面以风翼转动的吊扇为例，介绍寻找故障的具体步骤，修理的操作方法可见以后各节。

1.检查电源接线。先用万用表或验电笔检查吊扇进电处是否有电，如果没有电，应检查吊扇供电插座前的保险丝是否烧断或导线接头有无松脱现象。在这之前，切不可匆匆忙忙拆卸吊扇。没有万用表或验电笔的家庭，可用检查吊扇附近用电器的供电情况的方法来判断吊扇的供电是否正常，但这种方法不大准确。如果供电情况正常，则可初步确定故障是出自吊扇本身。

2.检查电容器。断定吊扇不能转动的故障是出自吊扇本身之后，可打开吊扇的上吊罩（或者下吊罩）检查电容器的接线头是否松脱，如有松脱应把线接好，再用绝缘套管或绝缘胶布包好，然后通电试验，看吊扇是否能转动。如果仍不能转动，可换上同样规格的电容器进行试验。选择电容器时，一定要使用风扇电容器即油浸式电容器，同时要注意电

容器的容量和耐压值，倘若滥竽充数，即使一时能够转动，最终也会导致电机（扇头）绕组损坏。

3.检查吊扇电机的绕组。如果确定电容器没有损坏，就应进一步检查绕组。先把电源切除，把风翼拆下，随后取下整台吊扇，记录好进电容器的导线颜色，拆下全部悬吊装置。接着拆卸电机（扇头），详细操作方法见“电机的拆卸”一节。拆开电机后，应先检查绕组的外部接头有没有松脱，有没有烧焦的臭味。还要注意线圈外面有无出现局部烧焦的颜色。如果有局部烧焦的现象，则要全部拆除绕组重新落线。如果没有烧焦的现象，便应寻找绕组间的断线或内部接头是否松脱，寻找绕组断头的方法见“如何寻找绕组的断头”一节。

（二）电机（扇头）的拆卸

凡是需要检查电机（扇头）的内部故障，都要先断开电源，卸下翼片，取下吊扇，拆去悬吊装置，只剩下吊扇电机（扇头）时再拆卸电机。对卸下的翼片一定要妥善保存，切勿乱放乱摔，因为翼片一旦变形，要调整好是很困难的，除非有专用工具。拆卸电机（扇头）的步骤是卸下电机(扇头)上的全部螺钉，找一根直径长约150毫米的圆钢(也可用合适的螺丝刀代替），穿过轴上横孔提起电机（扇头），然后找一条20×20×120毫米左右的硬木方，放在外壳边上，用手槌轻轻地敲打，每敲一下转动一个位置，这样很快便可把外壳卸下。操作时，地上应放些软布之类的东西，以防下壳脱落时损坏表面的喷漆。图5-1A是拆卸吊扇电机（扇头）的示意图。

有些吊扇，电机上盖和壳之间的夹缝在侧面中部。对这种吊扇，拆卸电机时可先用螺丝刀伸入夹缝把上盖和下壳撬

开，再用手槌轻敲至下壳脱落，如图5-1B所示。下壳拆除后，小心地取出转子，并妥善保存。如果转子受损，将会影响电机的性能。取出定子时应注意切勿碰损绕组，以免增加不必要的修理步骤。

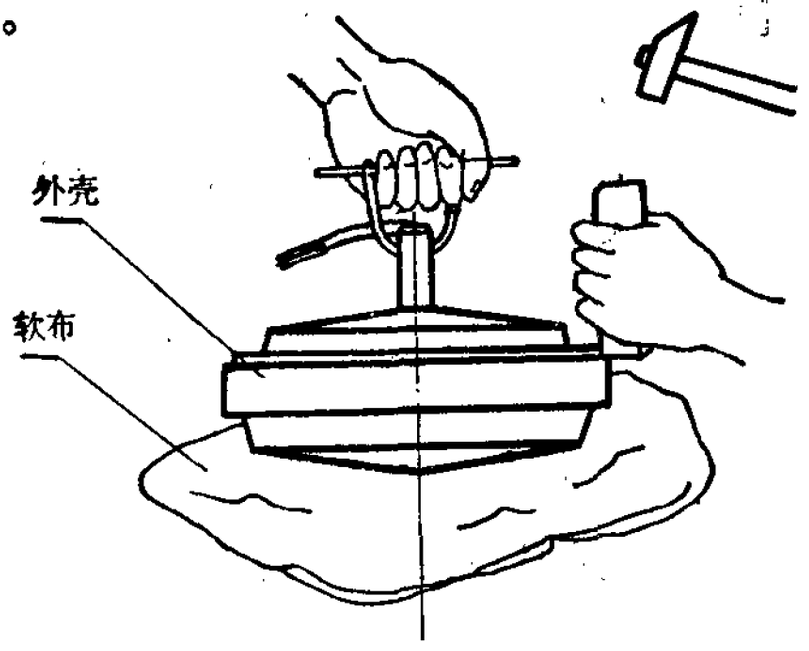


图5-1A　拆卸电机（扇头）示意图

已经烧坏的定子必须重新落线。对于需要重新落线的定子，最好是先把滚动轴承拆去，然后落线。拆除滚动轴承时，要使用辅助工具，否则会把轴承弄坏。如图5-2所示，用两脚活动钩钩住轴承内圈，绞动活动手柄就能把轴承徐徐拉出。

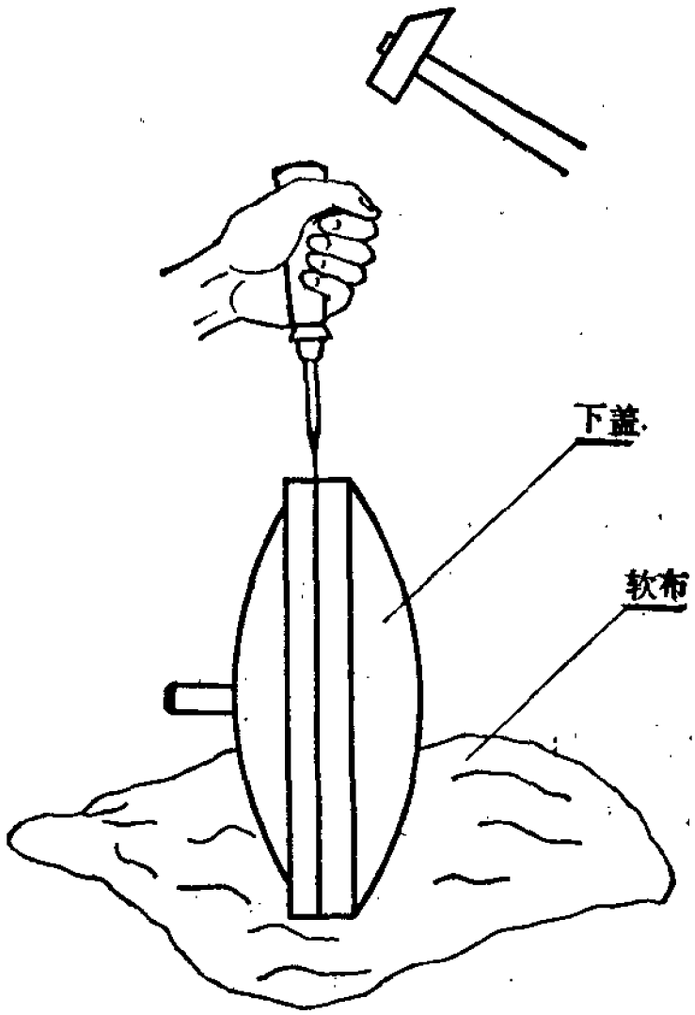


图5-1B　拆卸吊扇电机上盖下壳示意图

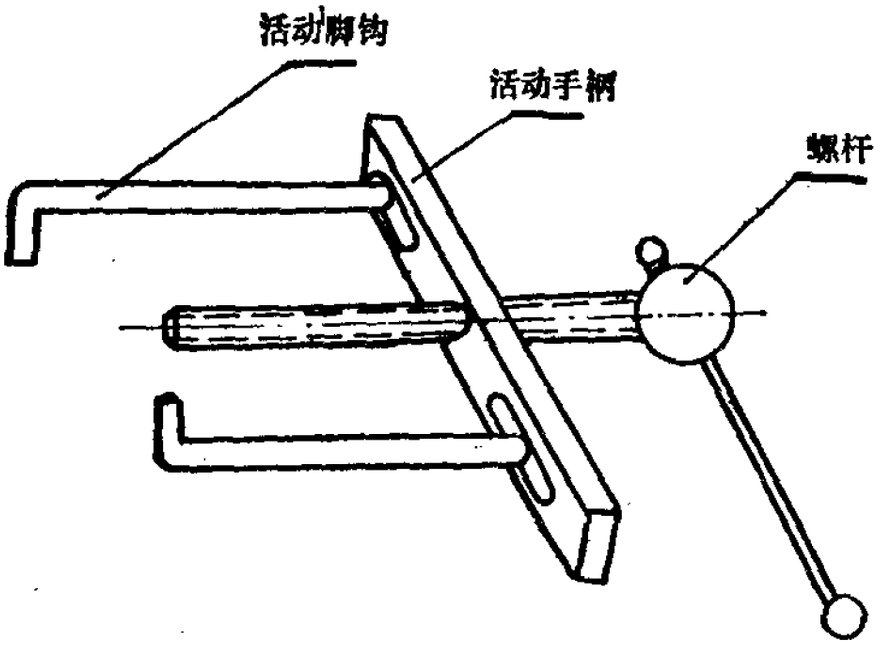


图 5－2　拆卸轴承的工具

（三）如何寻找绕组的断头

有些吊扇的电机绕组是单个落线的，每两个绕组间有一个接头，这样，一台1400毫米的吊扇约有35个接头。接头虚焊或在使用过程中接头松脱，是吊扇的常见故障原因。怎样寻找绕组的断头？电容式吊扇的电机，是由两组线圈即主相线圈和副相线圈组成的，如图 5－3 所示。当主、副相线圈的各个绕组均完好时，用万用表的电阻挡交替地测量线圈的三个出线口，就会发现有一对出线口的电阻值最大(如图 5－3 中的 1 、2 出线口)，其余两对出线口的阻值是一大一小。当绕组出现断头时，不论是主相绕组，还是副相绕组出现断头，测量时就会有两对出线口测不到阻值。这时只要顺着出线的绕组一直检查下去，很快就会把断头找到。有时断头不止一个，因此应细心寻找，直到能测量到三对出线口的电阻值为止。目前生产的电容式吊扇，大多数是主相绕组的线径较大，匝数较少，测量阻值较小，而副相绕组则线径小，匝数多，测量时阻值较大。测量出阻值最小的那对出线口则是主相绕组，这样，很容易找出主相绕组和副相绕组串联的回

路。如果手头没有万用表，也可用串联电灯的办法来寻找断头，具体做法如图 5 - 5 所示。使用这种方法时要注意安全，防止触电。

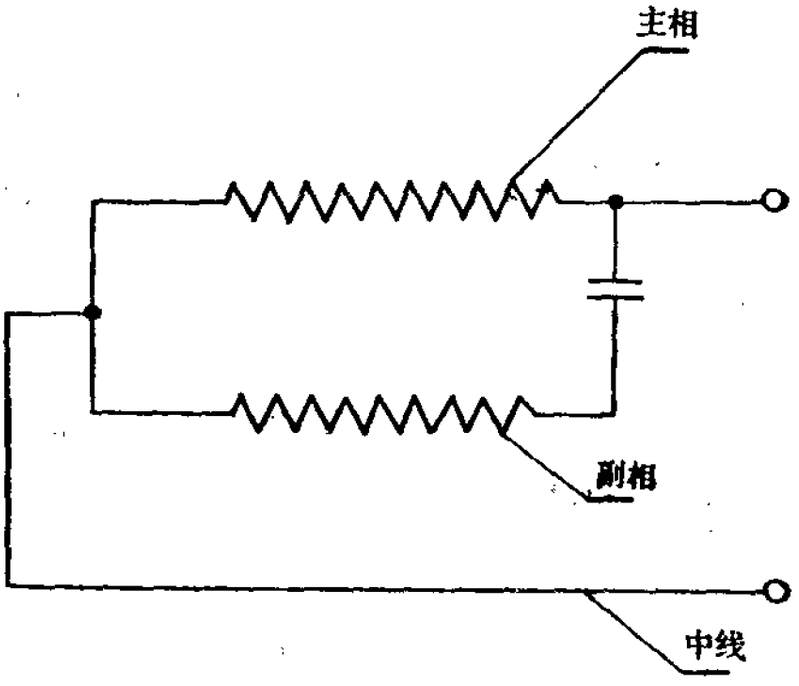


图 5 - 3　电容式吊扇电机接线原理

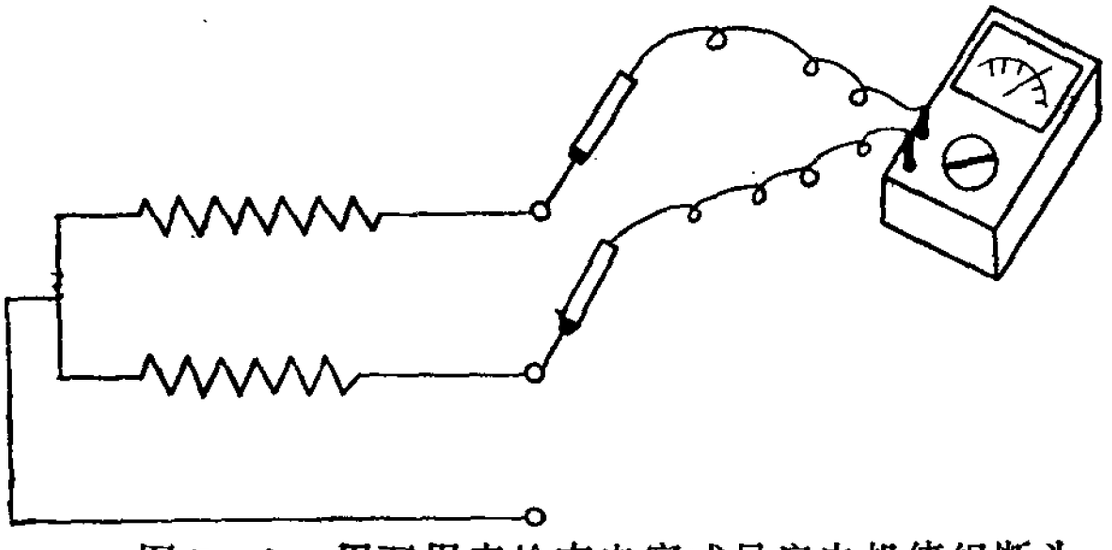


图 5 - 4　用万用表检查电容式吊扇电机绕组断头

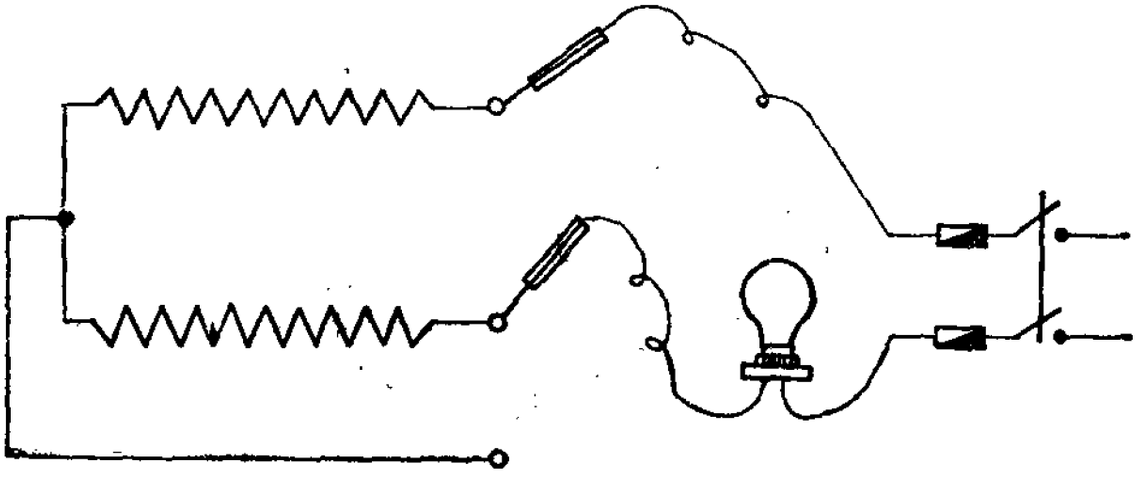


图 5 - 5　用串联电灯法寻找电机绕组断头

罩极式吊扇只有一组线圈，可以用上述同样的方法来寻找绕组的断头，如图 5 - 6 所示。

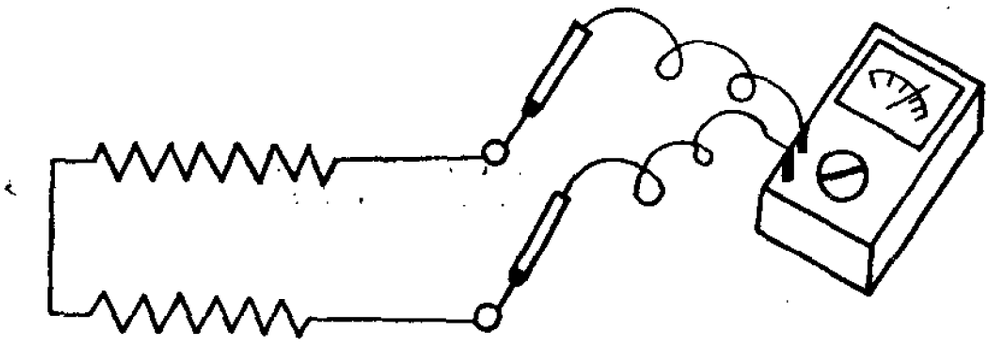


图 5 - 6　用万用表寻找罩极式吊扇电机绕组断头

（四）绕组的拆卸

拆除绕组有冷拆法和热拆法两种方法。由于冷态时的漆包线较硬，所以冷拆法比热拆法困难些。如果吊扇电机绕组的漆包线较细，较软，或者没有条件使用热拆法时，就得使用冷拆法。冷拆法的操作步骤是先在靠近铁芯的位置将线圈端部锯断，用一根比定子槽形小的圆钢对准这些断铜线截面用手锤把绕组敲出槽外，如图 5 - 7 所示。

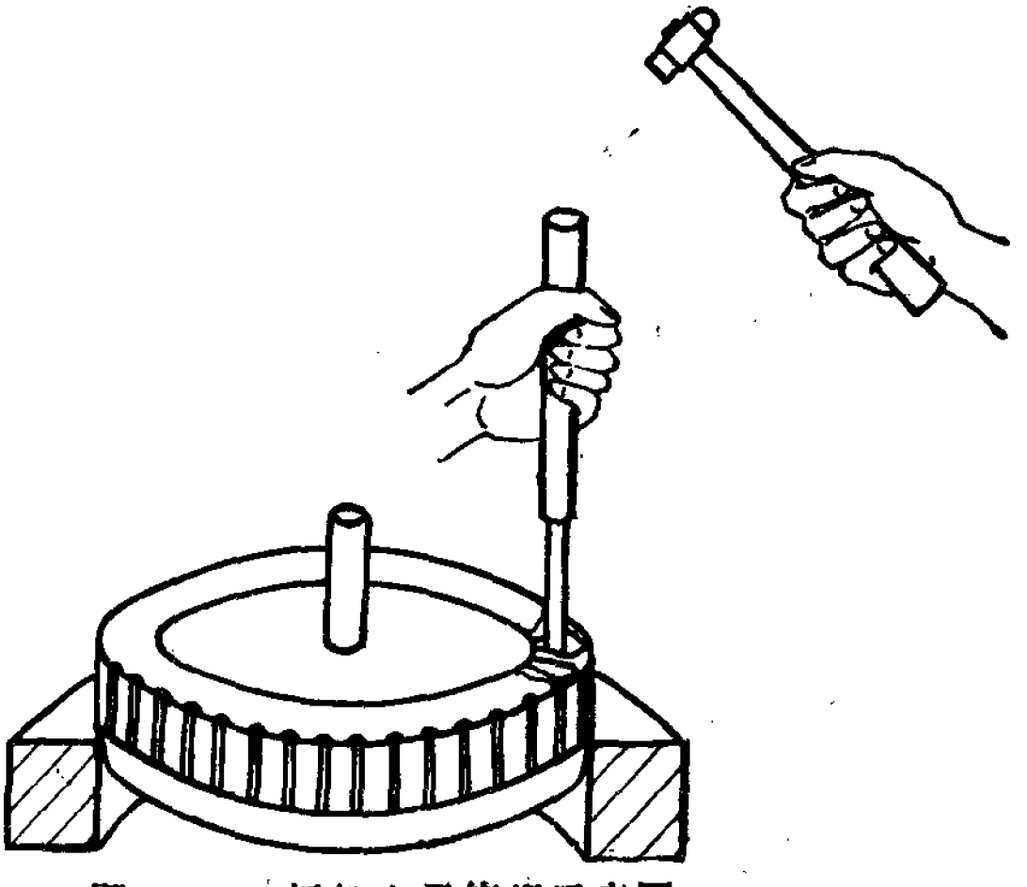


图 5 - 7　拆卸定子绕组示意图

热拆法有以下几种：

（1）电流加热法。把绕组通入单相低压大电流加热，使绝缘介质软化，直至端部冒烟，然后切断电源，打出槽楔，拆除绕组。

（2）喷灯加热法。喷灯加热的目的是使绕组变软，以方便拆除。但要注意，喷灯不应过分集中一点加热，否则会烧坏铁芯或使硅钢片性能变坏。

（3）烘箱、煤炉加热法。把定子放在烘箱内，温度控制在约130℃，加热两小时后便可取出拆除旧线圈。如果没有烘箱，也可以把定子放在煤炉上加热。加热过程中要缓慢地转动定子，待线圈变软时再拆除。煤炉加热法操作时臭味较大，应选在通风条件较好的地方进行。

拆卸绕组时应注意以下几个问题：

（1）要保持一个较完整的绕组，以便在重绕时作样品之用；

（2）记录下列数据：吊扇的型号、制造厂家、规格、电压、频率、风量，铁芯的内径、外径、厚度，转子的槽数、槽形及尺寸，线圈导线的直径（或截面）和每槽的导线数，线圈的形状和尺寸，线圈及槽内所有绝缘材料的尺寸和数量，绕组接线图。

（五）定子绕组的修理

吊扇电机中常见的绕组有单层链形线圈、双层叠绕组线圈两种。重绕绕组线圈必须使用绕线模。绕线模可用木料制作，它的尺寸准确

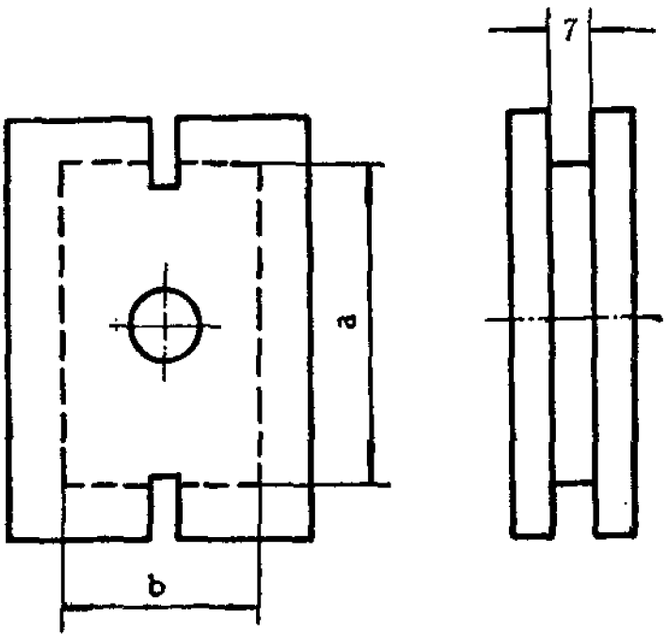


图5-8 绕线木模型式

与否，直接影响重绕后吊扇的性能。常见绕线木模的型式如图5-8所示。

绕线模的夹板一般厚7～10毫米，绕线板厚6～8毫米。为了保持吊扇原来的性能，最好是按照拆卸旧线圈时拉出的比较完整的最内层线圈的尺寸，来确定绕线模尺寸。有些电工师傅，按照绕组节距的大小（即跨过槽数），用手把一根较粗的铜线弯成线圈模样，然后放入槽中反复校正，直至感到满意时再按这个尺寸制成绕线模。

对于一般修理来说，使用方形绕线模比较方便。方形绕线模的高等于绕组节距，即线圈所跨过的槽数，长一般等于铁芯厚加22～28毫米。有些修理工为了简便，按照方形绕线模的高和长的尺寸，用铁钉钉在木板上，制成简易绕线模，用于绕制绕组，见图5-9。电磁线的型号及用途和常用圆铜线的规格见书后附表。

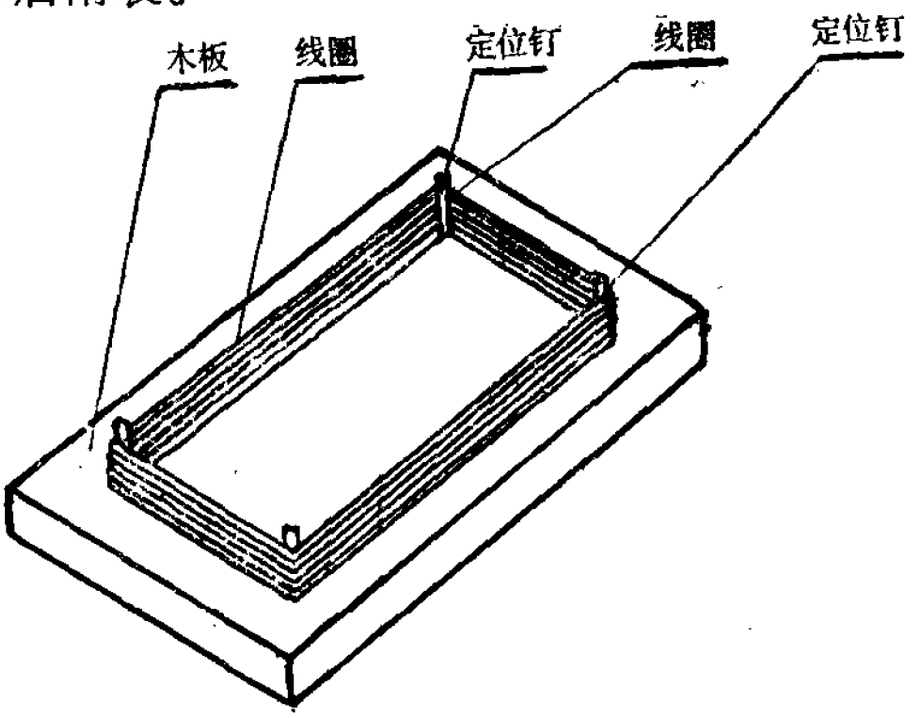


图5-9　木板制成的简易绕线模

电机绕组绝缘一般分A级绝缘和E级绝缘两种。A级绝缘是由两层绝缘纸（可用0.08～0.12毫米电缆纸）夹一层0.15～0.2毫米绝缘布（如醇酸玻璃漆布或黄腊绸等），每边

伸出铁芯外为 3 ～ 4 毫米。还要把绝缘漆布裁剪为每边比绝缘纸长10～15毫米，以便把最下层的绝缘纸包起来卷回槽内，以加强绝缘的作用。

凡是双层线圈，在上下层线圈之间一定要用层间绝缘材料隔开，如图 5 -10所示。

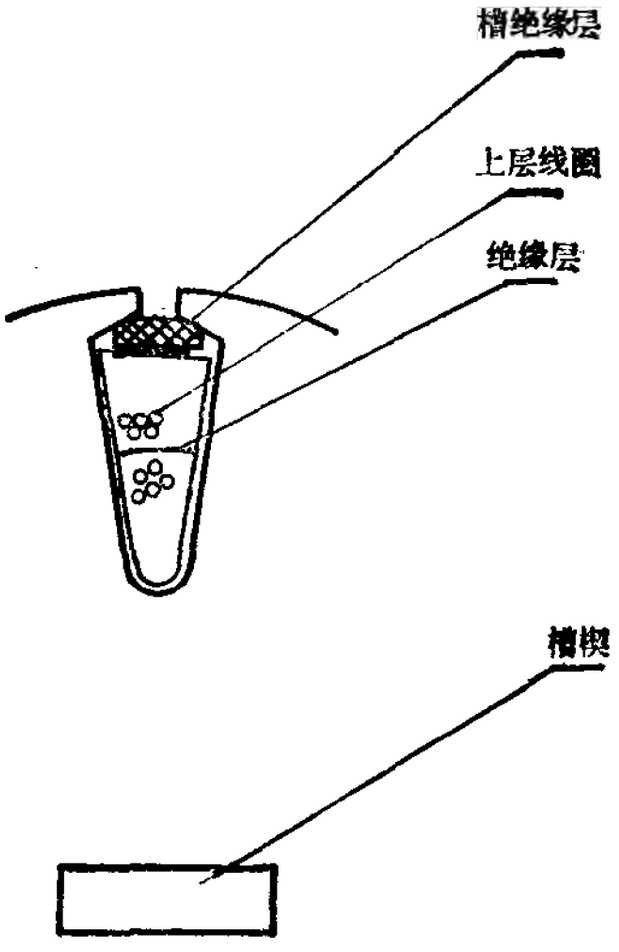


图 5 -10　双层线圈间绝缘层

相与相之间的绝缘可采用与槽绝缘同样的材料和方式，即双层绝缘纸夹一层绝缘漆布。

E 级绝缘方式所用的材料一般是0.2～0.3毫米聚脂薄膜复合纸板。有时为了工作方便或因材料缺乏，也可用一层电缆纸（或青壳纸），一层聚脂薄膜（采用0.05毫米）代替。对于相间绝缘，不能单独使用上述两种绝缘材料（即一层电缆纸一层聚脂薄膜），这样做会因滑动而使操作困难；可用摺合绝缘纸夹聚脂薄膜作绝缘材料。

准备好落线的定子之后，一定要把槽内杂物、铁芯毛刺等清理干净。例如用小毛刷刷去杂物，用压缩空气吹干净，然后把绝缘材料放入槽内。

落线时，特别要注意不损伤导线的绝缘和槽绝缘，否则通电后会出现短路和击穿现象，以致前功尽弃。为了使落线时导线不致零乱，削一根竹条作为理线板（也称理线刀），如图 5 -11所示。理线板的窄端为 2 毫米，宽端为 4 ～ 5 毫米。

嵌完线后，要用槽绝缘把导线包好，再加上槽楔把线压紧。通常槽楔是用竹、木或绝缘厚纸板等材料制成。为使槽楔能压紧导线，它的长度应与槽绝缘大致相等。用作槽楔的材料一定要十分干燥，否则经过长期运转后可能会出现漏电或者烧坏线圈等事故。

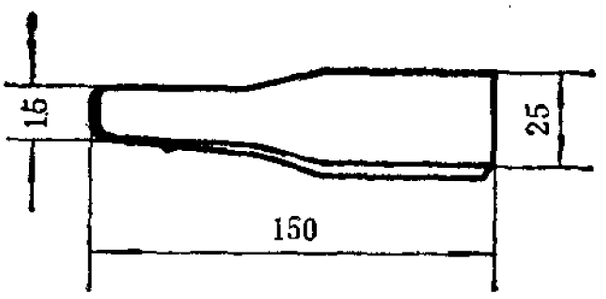


图5-11　理线板（刀）

（六）绕组的检查

对于已落好线的绕组，必须认真地检查。检查的项目主要是是否有接错线，导体有无与铁芯直接接触，槽绝缘材料是否有放置不当、长短不一等现象。经过检查如发现问题应及时处理，如未发现不妥之处，便可进行耐压试验。试验的方法是通入1500伏、50赫兹的交流电源，历时一分钟。试验过程中如果出现闪络（冒烟、冒火）或击穿，必须立刻停止试验，用万用表检查每相绕组是否有断路，然后根据实际情况决定修理方法。

（七）绕组的浸漆和烘干

绕组用槽楔压紧以后，应把线头按顺序接好，经检查如果没有错接现象，便可把各绕组扎好，并清理干净，准备浸渍绝缘漆。浸绝缘漆的作用是为了增强绕组的绝缘能力，提高产品的使用寿命和保证使用者的人身安全。

此外，经过浸漆之后，绕组表面覆上一层漆膜，有增加绕组的强度的作用，可增强抵抗外部损伤的能力，同时还有一定的降温作用。所以，不应忽视浸漆工艺这个环节。为使绕组的浸漆效果良好，应考虑所用的绝缘漆是否恰当，浸漆工艺是否合理。业余修理时，由于受到条件的限制，可因地制宜，就地选材。下面列出一些可供选择的绝缘漆的牌号及一般性能，供参考。

常用浸渍绝缘漆

名　称	型号	颜色	主要成分	溶　剂	漆膜干燥条件		耐热等级	特性及主要用途
					温度(℃)	时间(小时)		
耐油清漆	1012	黄，褐色	甘油，松香脂干性植物油	200号溶剂	105±2	2	A	干燥迅速，具有耐油性，而潮湿性，漆膜平滑光泽，适于浸渍电机绕组
醇酸清漆	1030	黄，褐色	甘油，苯二甲酸酐，干性植物油，松香脂	甲苯及二甲苯	105±2	2	B	具有较好的耐油性及耐电弧性，漆膜平滑有光泽，适于浸渍电机、电器线圈，及作覆盖用
丁基酚醛醇酸漆	1031	黄，褐色	油改性醇酸树脂漆与丁醇改性酚醛树脂漆复合而成	二甲苯和200号溶剂油	120±2	2	B	具有较好的流动性、干透性、耐热性和耐潮湿性，漆膜平滑有光泽，适用湿热地区电器线圈浸渍
三聚氰胺醇酸树脂漆	1032	黄，褐色	油改性醇酸树脂漆与丁醇改性三聚氰胺树脂漆复合而成	甲苯等	105±2	2	B	具有较好的干透性、耐热耐油性、耐电弧性和附着力，漆膜平滑有光泽，适用于湿热地区浸渍电机电器线圈
环氧树脂漆	1033	黄，褐色	亚麻油脂肪酸和环氧树脂烃脂漆合成后，与部分三聚氰胺树脂漆复合而成	甲苯和丁醇等	120±2	2	B	具有较好的耐油性、耐热性、耐潮湿性，漆膜平滑有光泽、弹性，适用于湿热地区浸渍电机绕组或作电机、电器零部件的表面覆盖层

浸渍工艺有两种，工艺过程分别列于下表。

1．A级绝缘绕组浸漆与烘干的工艺过程

工序	工艺过程	温度(℃)	时　间	绝缘电阻	注意事项
1	预　烘	110～120	4～8小时	3兆欧以上	预烘必须彻底
2	第一次浸漆（1010号漆）	60～70	至少15分钟		应将电机立式浸漆，漆的粘度为18～22秒
3	流滴过多的漆		20分钟		
4	第一次浸漆后的烘干	110～120	8小时	2兆欧以上	立式烘干
5	第二次浸漆前的预烘	110～120	3小时	2兆欧以上	应彻底烘干
6	第二次浸漆（1010号漆）	60～70	10分钟		立式浸漆，漆油粘度为30～35秒
7	流滴过多的漆		20分钟		
8	第二次浸漆后的烘干	110～120	8小时	3兆欧以上	至不粘手时为止

注：表中漆的粘度，是在温度为20°C时用4号福特杯测得的。

2．E级绝缘绕组浸漆与烘干的工艺过程

工　序	工 艺 过 程	温度(℃)	时间(小时)	绝缘电阻	注意事项
1	预　　烘	125～130	4～6小时	3兆欧以上	
2	第一次浸漆（用1032号漆）	60～70	至少15分钟，至不冒气泡为止		漆的粘度为18～22秒
3	流滴过多的漆		20分钟		
4	第一次烘干	100～110 125～130	3小时 6～8小时	2兆欧以上	
5	第二次浸漆（用1032号漆）	60～70	至少10分钟，至不冒气泡为止		漆的粘度为30～35秒
6	流滴过多的漆		20分钟		
7	第二次烘干	100～110 125～135	3小时 10～12小时	3兆欧以上	

浸漆工艺所用的设备比较简单，仅需一个浸漆桶和一把浸漆钩即可。浸漆桶的大小，一般要根据浸漆工件的多少和以后重复浸漆次数的多少而定。如果需要浸漆的工件较多，或经常需要浸漆时，浸漆桶可以做得大些。浸漆桶必须有盖子，以免在不使用时灰尘、杂物和金属粉末掉入桶内，也可防止绝缘漆中的溶剂挥发，影响周围工作环境的卫生。浸漆钩主要用于钩着定子轴上的孔，把定子放入和吊出浸漆桶，以便于浸漆和滴漆，如图5-12所示。

有条件的单位可采用真空压力浸漆设备浸漆。真空压力浸漆质量能明显提高，浸漆的工艺过程也不复杂。先把经过一

定预热的定子放入真空缸内，把缸内空气抽出至气压为350毫米水银柱为止，把绝缘漆注入缸内，再加压力至5～7个大气压。业余修理一般没有条件采用这种工艺，这里就不详细介绍了。

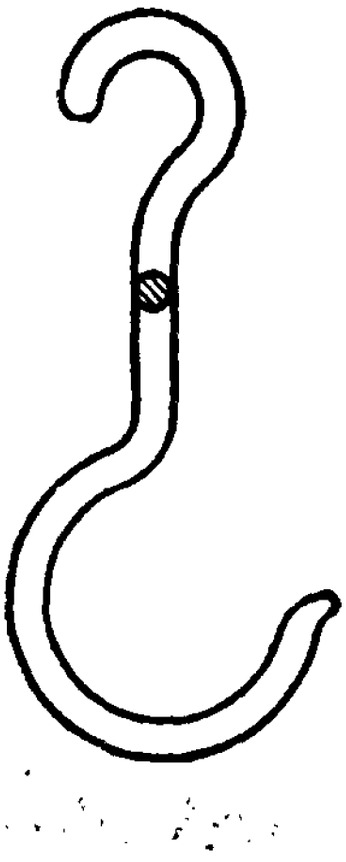


图5-12　浸漆钩

对于只需进行小修的绕组，如果对定子漆膜的质量要求不太高时，也可以采用淋漆工艺。所谓淋漆，就是把已落线的定子预烘至规定的温度，再把绝缘漆对准绕组淋下去。要逐个地给绕组淋漆，直到全部绕组都淋上漆为止。淋漆过程中，只要定子下面的托盘无灰尘、金属微粒等有害杂物，对滴落在托盘上的绝缘漆，可以收回继续使用，如图5-13所示。

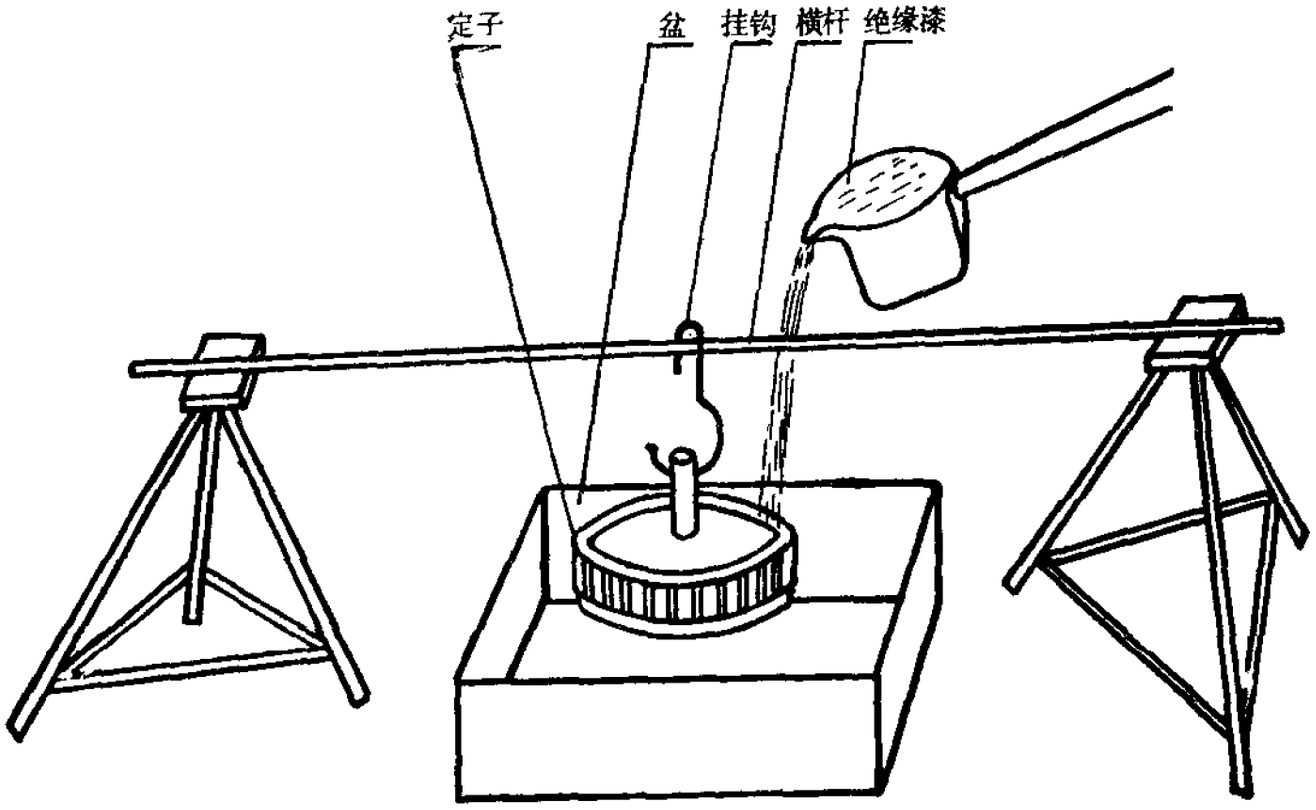


图5-13　淋漆示意图

绕组的浸漆工序完成后，可采用以下方法烘干。

1．烘房（或烘箱）烘干法

规模较大的生产厂，有专门为烘干工序而设置好热风循环烘房。这种烘房，由于温度比较均匀，干燥的效果较好。也可以用烘箱来烘干定子绕组。对烘箱的要求是，箱内的温度必须准确地保持在所要求的度数并设有相应的排气孔。烘箱的干燥效果与烘房干燥大致相同，只是每次可容纳的绕组数量少一些。

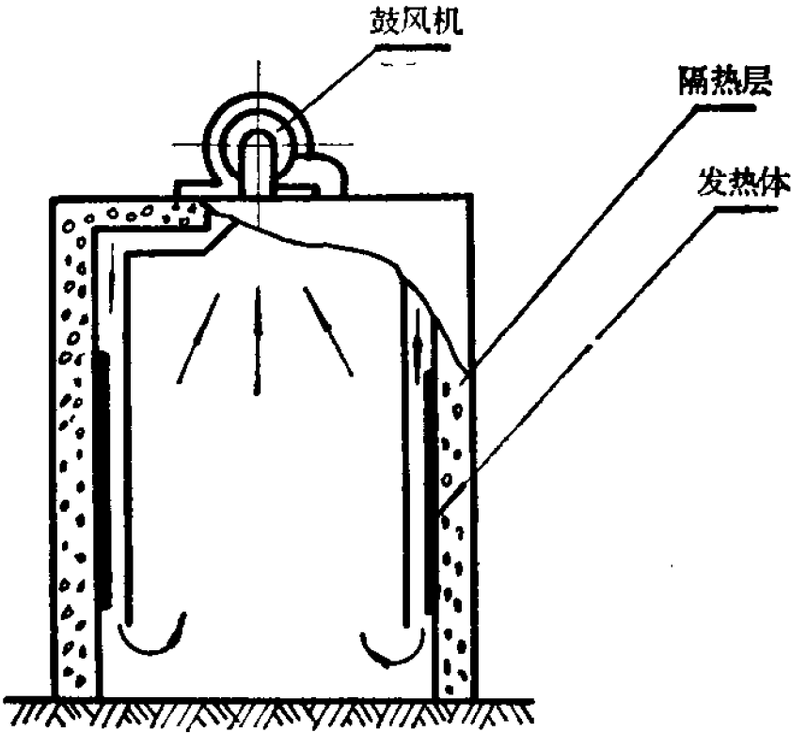


图 5 -14　烘漆房

2．灯泡烘干法

把经过滴漆工序的定子，放在一个适当大小的铁质圆筒上或铁质支架上，外面围以铁圆筒，在定子的上面放置一盏100瓦的电灯泡，利用灯泡发光时的热能烘干定子。灯泡与定子的距离为100～150毫米，圆筒顶上加盖，以减少热量损失；但上盖不能封得过密，以

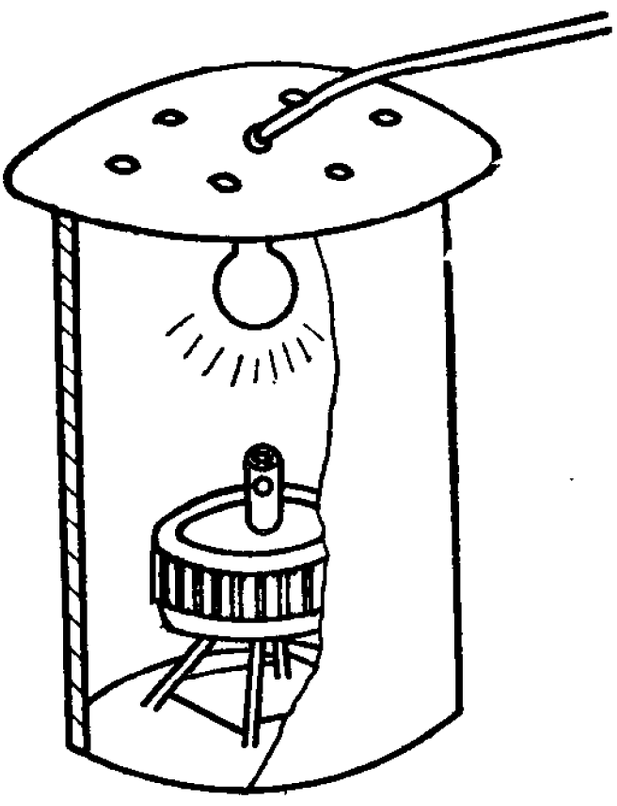


图 5 -15　灯泡法烘干定子

便于绕组内水分的蒸发，加快定子绕组烘干；同时每隔半小时应转动定子一次，防止定子被烧坏。使用这种烘干方法时，要注意防火，铁筒周围不应有易燃的物品，如图5-15所示。

3．煤炉烘干法

利用煤炉烘干定子绕组的原理，与灯泡烘干法相同，注意的事项也大致相同。

4．电流烘干法

这个方法是给绕组输入低压直流电流，使之发热而达到干燥的目的。输入的电流，一般应控制在额定电流值的50～70%。开始时电流值应少一些，以后逐步增大，但最终不应超过电流最高值，以免烧坏定子绕组。如果在电路上串接一个变阻器，可以控制电流的大小，见图5-16。

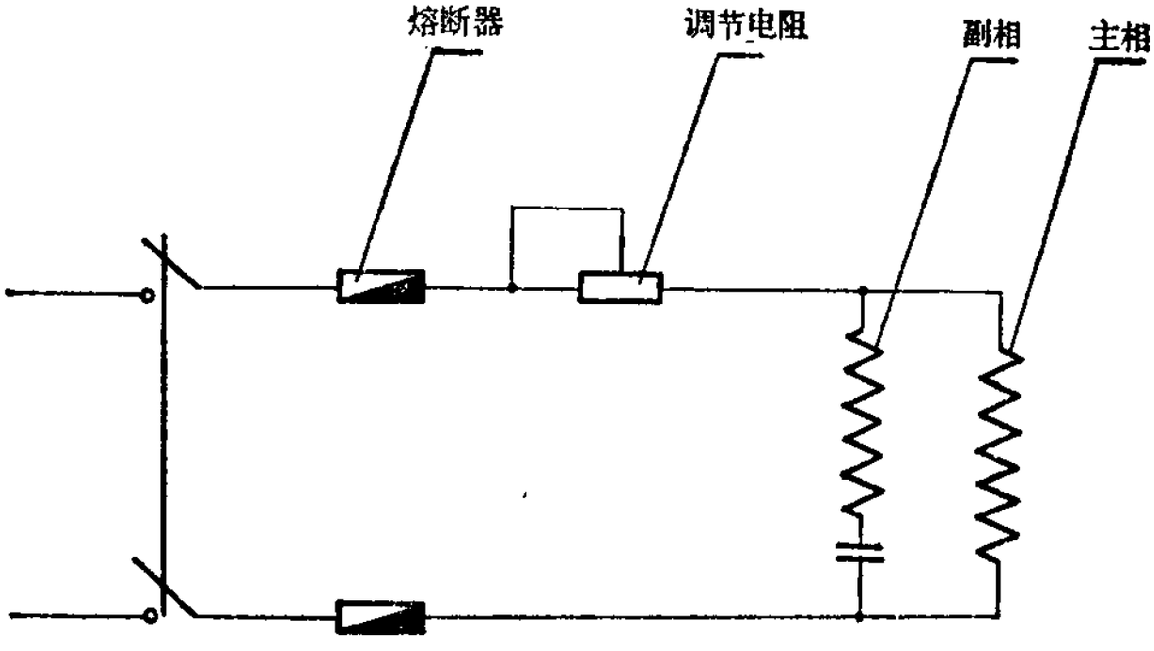


图5-16　电流法烘干定子绕组接线图

烘干时计算输入电流值的方法如下：在吊扇的铭牌或说明书上找出下列数据：功率、电压、频率和功率因数$\cos\varphi$，例如钻石牌电容式1200毫米吊扇，其电压$U=220$伏，功率$P=63$瓦，取$\cos\varphi=0.9$，按公式$P=UI\cos\varphi$，有

$$I=\frac{P}{U\cos\varphi}=\frac{63}{220\times0.9}=0.318(安)$$

I是吊扇的额定电流。I确定之后，便可根据上面给出的百分数（50～70%）计算烘干时的输入电流值。

罩极式吊扇的功率因数$\cos\varphi=0.5\sim0.65$，同样，按照上述计算方法可得到输入电流值。

（八）轴承的更换

凡是重新落线的定子，一般要把滚珠轴承拆下来，拆卸的具体方法已如前述。拆下来的轴承，一定要认真地清洗和检查，如发现轴承内支承滚珠的压片有损坏，或者轴承转动不灵活，经常出现停滞现象，或者滚珠、滚道磨损严重，转动时发出不正常的响声，都需要更换新的轴承。对于新的轴承，在装配前也应作认真的检查，如果发现有上述毛病，便不应装配。常用滚动轴承的规格列于下表。

常用滚动轴承基本尺寸表

轴承型号	尺寸				每分钟极限转数	允许静负荷（公斤）
	d	D	b	r		
201	12	32	11	1	16000	340
202	15	35	11	1		
203	17	40	12	1	16000	420
204	20	47	14	1.5	13000	600
205	25	52	15	1.5	13000	700

定子拆下来后，经过检查如果确认不需要重新落线，也应对轴承进行检查，清除附着在轴承上的杂物，并观察轴承

转动时有无停滞现象和不正常的响声，然后决定更换与否。

（九）轴的修理

轴是整部吊扇中最不容易损坏的零件之一。通常，在非正常使用的情况下，才会引起轴的变形。此外，生产时轴材的选择如果硬度偏低，或者轴上端的横孔加工时偏向一边，致使吊扇运行一段时间之后横孔明显增大，都有使轴断开的可能。遇到这种情况，就需要更换轴了。

通常，轴的材料是选用35号到45号钢制造的。把轴从定子上拆卸下来后，可选用新材料按原轴的长短及各级台阶的直径进行初步加工，并留些余量作为下一步再加工。轴与铁芯相接触的部分，可以用滚花的方法配合或者加工得比铁芯的轴孔稍大一点，以免轴与铁芯装配后发生松脱现象。轴材经过上述加工之后，在车床上以定子外径为基准，修正安装轴承部位的尺寸，既要求轴与轴承内圆配合松紧适中，又要求保证同心度小于0.1毫米。所以加工时要特别细心才行，可用千分表多次测量校对。加工时为了不损坏绕组，应对绕组采取必要的保护措施，例如用胶布或包扎带把绕组包起来，轴加工完毕后，再拆除胶布或包扎带。

（十）上盖、下壳的更换

上盖和下壳如果发生严重的破裂，一般是难以修复的。这是由于对上盖、下壳的同心度要求较高，又要考虑平衡因素，不容易复制。最好的办法是与原生产厂联系更换。在拆卸上盖、下壳时，对卸下来的零件不应乱丢乱放，以免发生变形，增加装配的困难。如果上盖下壳的轴承室（与轴承相配合的位置）出现磨损现象，若磨损的程度不严重，可以选用同类型外径稍大一些的轴承来代替。这样做以后，如果定子与转子转动时有明显的磨擦，或轴承与轴承室之间有明显的

松动，可以把轴承室车大一点，再压入一个已经车制好的铁环（或铜环）。这个铁环（或铜环）的内径与轴承的外圈必须是紧配合的，所以在车大轴承室时，一定要保证轴承室与下壳（或上盖）在与转子配合的位置上同心度为0.1毫米左右。否则，在总体安装时会出现很大的困难，甚至无法使用。

（十一）转子的修理

当把吊扇各部分的故障排除之后，吊扇的转速仍不能恢复正常时，就应注意是否转子发生故障。常见的转子故障有鼠笼条断裂、环端内的空洞太多等。近几十年生产的吊扇，电机转子一般安装在外层，也有人称它为外吸铁或外转子。这种转子都是造成鼠笼式的。几十年前生产的吊扇，电机转子的安装，有些与一般电动机一样是装在中心位置的，有些则是采用铜条的。现在已很少见转子的这种安装型式。

检查转子断条的方法有以下两种。

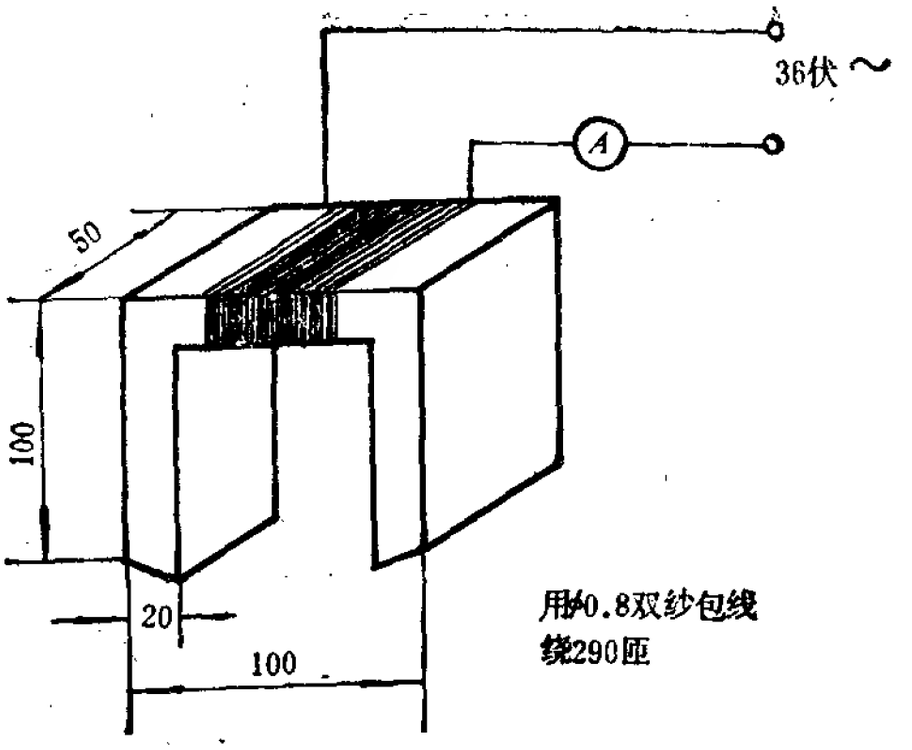
1．转子断条检测器法

转子断条检测器是用来检测转子是否断条的专用工具，它的工作原理与互感器原理相同，只要将转子放在检测器上面慢慢转动，如果转子有断条，安培表的电流读数立刻增大。

市场有整台转子断条检测器出售，但也可以自己动手制造，它的原理如图5-17中的A所示。

2．电压测量法

采用这种方法时，要先把吊扇的电机上盖卸下，使定子绕组间的接头外露，然后将转子放进，用万用表的电压挡测量每个绕组的电压。如果转子没有毛病，每个绕组的端电压是相等的；如果转子有断条，某个绕组的端电压立即升高。



断路检查器尺寸

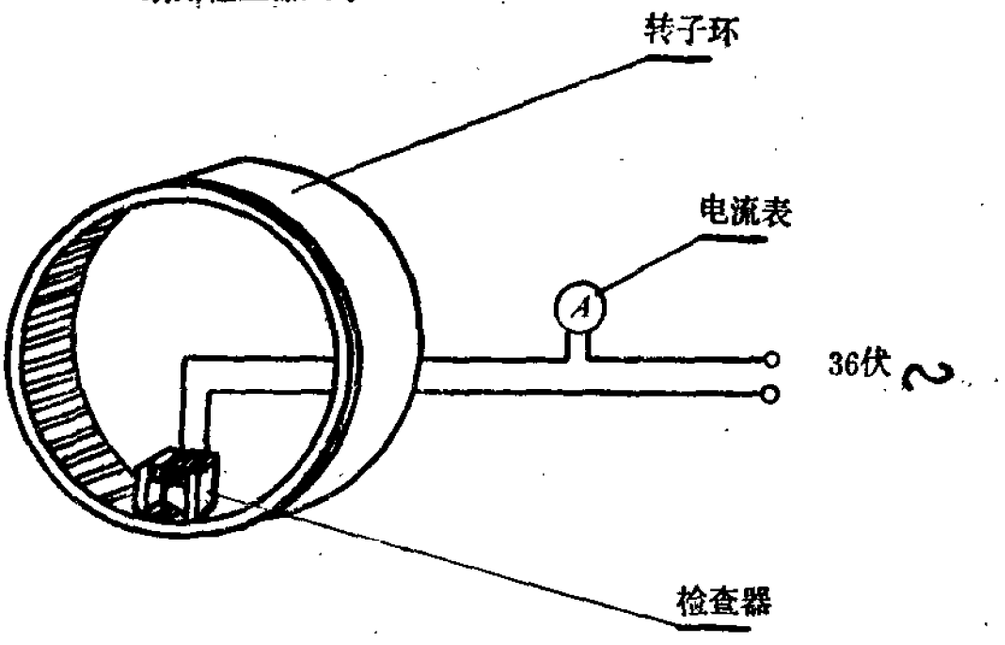


图 5-17　转子断条检测图

据此，不难找到转子的毛病。

如果毛病是由铜排虚焊引起的，应立即进行补焊或更换铜排，有些吊扇的电机转子是采用铝条的，如果铝条断裂，可用乙炔—氧进行补焊，经过补焊的转子，安装后转速应有明显的提高。补焊时火焰应集中，不要扩得太大，操作一定要快，以免把原来不该补的地方损坏了，增加了许多麻烦。

(十二)吊扇的装配

当吊扇的故障排除之后，应把吊扇电机的定子、转子、上盖、下壳等零件擦洗干净，把所需要的滚珠轴承准备齐全，并准备少量润滑脂（即黄油）和辅助工具，如螺丝刀（起子）、手槌、圆筒、硬木方等，便可进行总装工作了。

1．轴承的安装

许多吊扇的轴承后面都有一个油杯，或起类似油杯作用的物件，见图 5 -18所示。它的作用是防止润滑脂因各种原因熔解时，漏到定子绕组上而影响绕组的绝缘强度。在拆轴承时，往往可能把油杯弄变形或损坏，所以安装轴承前，应把它修好，一般把它恢复为图 5 -19所示形状，即中间凸出部分高出最低部分 1 毫米以上，而AA面又比较平便可以了。

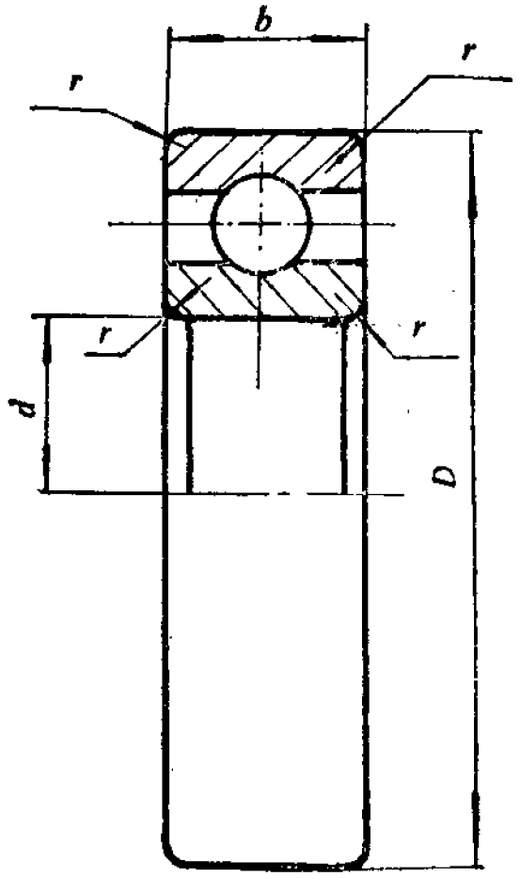


图 5 -18　轴承

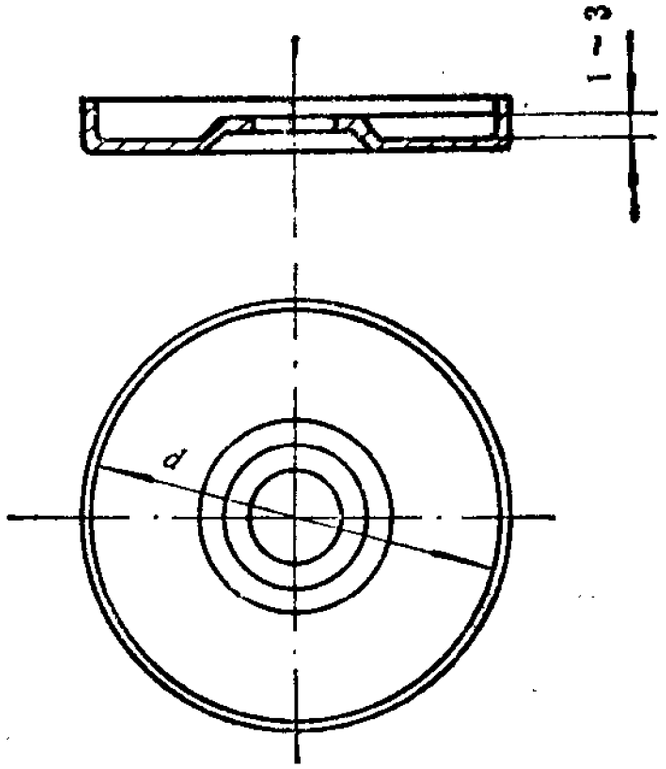


图 5 -19　油杯

如果油杯拆卸后丢失了，也可以设法自制类似的零件补上，但所选用的材料，其厚薄必须与原来的一样，把油杯放入定

子轴后，给轴承加上三分之二的润滑脂并放入轴内，再找一个内孔尺寸稍大于轴尺寸的钢管套住轴承，用手槌把轴承打至与油杯贴紧为止。但轴承应能灵活地转动。用同样办法把另一端轴承轻轻打入轴内。

有些修理工人在装配轴承时，常常猛敲轴承外圆，虽然这样也可把轴承打入轴内，但很容易损坏轴承，即使装配后轴承也能转动，但不久便会出现毛病。正确的安装方法如图5-20所示。

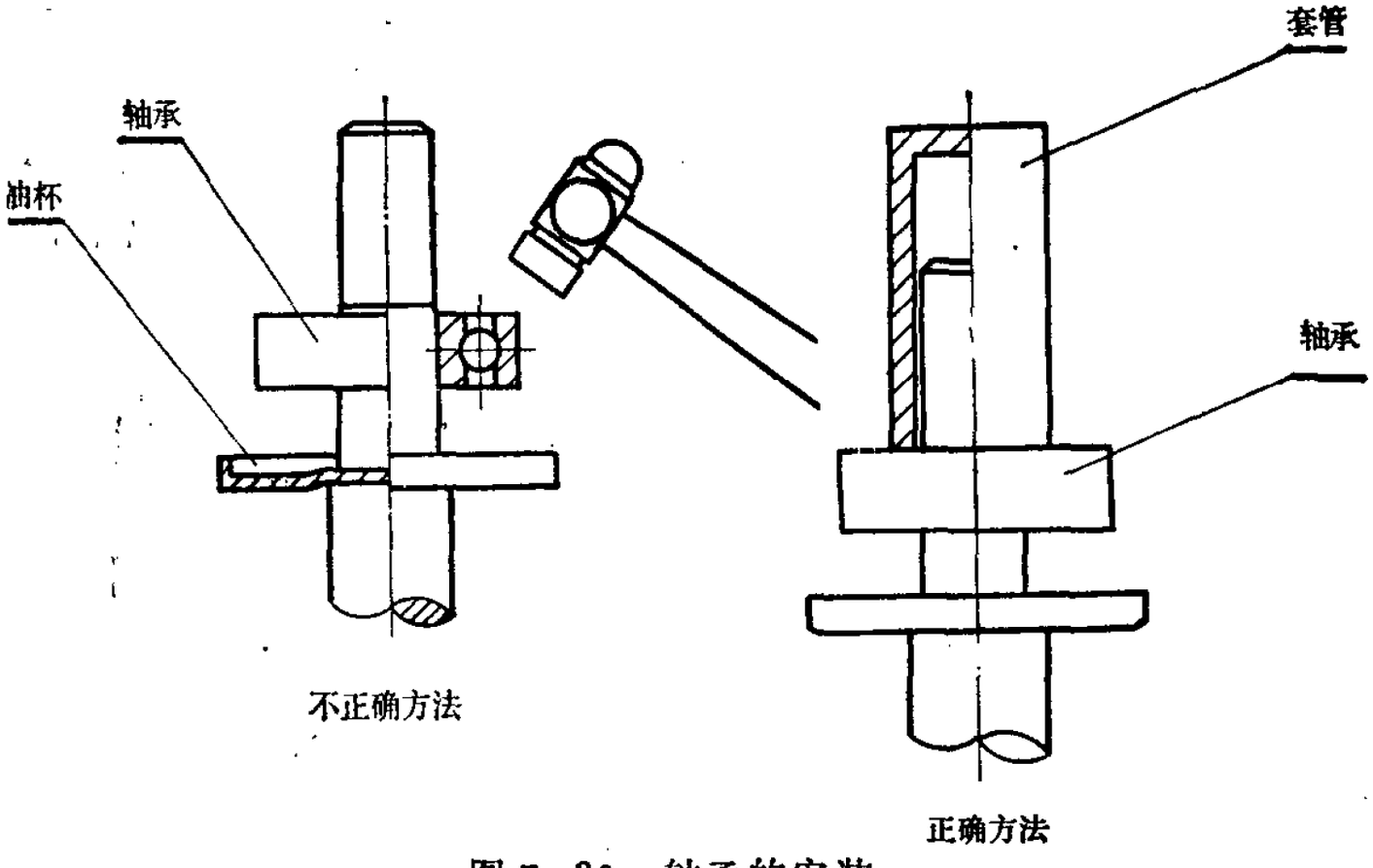


图5-20　轴承的安装

2．转子的安装

把转子平稳地放入下壳上，用木方或铜条压着转子，用手槌轻轻地敲打，将转子压入下壳。这样安装不会使转子发生变形，当然也有些转子可以自然地放入下壳内，但如果转子与下壳之间过于松动，会出现转子与定子之间的相互磨擦现象，这时应加以修理。参看图5-21。

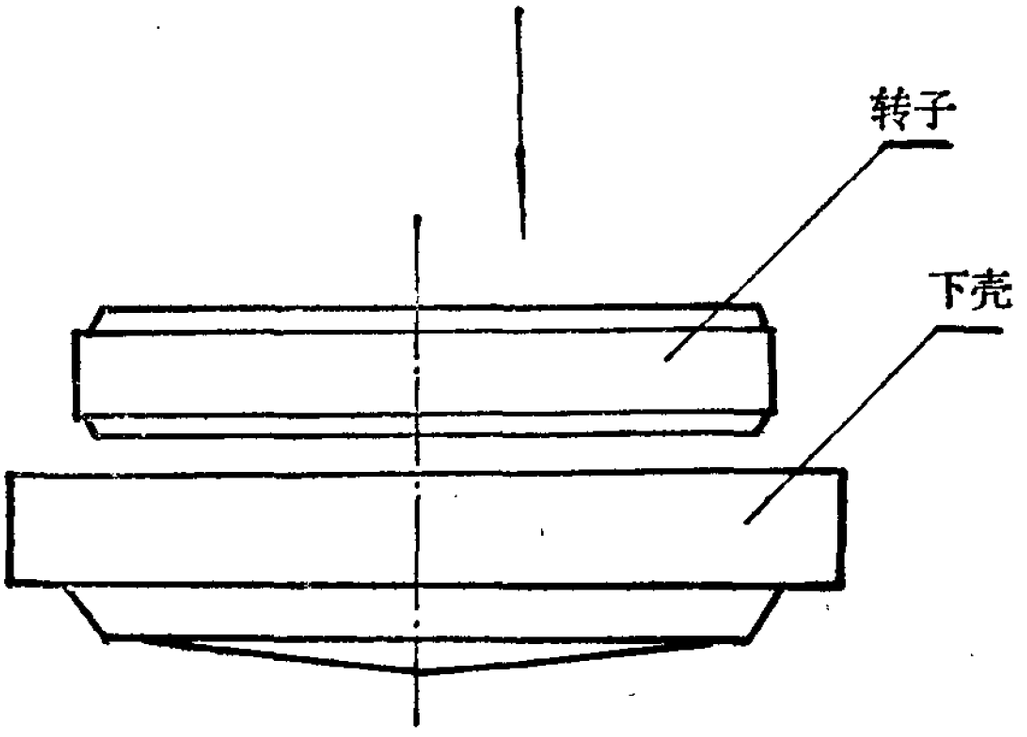


图5-21　把转子放入下壳

3．安放定子

转子安装之后，应注意清除下壳内的杂物，接着便可以放置定子了。如果定子上的轴承配合稍紧，应用圆筒放在轴承上轻轻敲打，以便把定子完全压进去。

4．加盖

定子安放好后，便可以安装上盖。安装时也要用木槌均匀地在上盖的四周轻轻地敲打，使之慢慢地向下壳靠拢。合拢以后，将螺钉装上，再用软木槌轻轻敲打上盖，直至轴能灵活转动为止。经检查未发现有碰铁或其他不正常杂音，再把紧固螺钉上紧。

5．通电试验

通电试验前，要用500伏兆欧表（又叫摇表）测量绕组与外壳的绝缘电阻。测量时，将兆欧表的两条端线，分别接到绕组的引出线端（一定要清除绝缘漆）和电机（扇头）外壳。绝缘电阻应大于10兆欧，否则就表明电机（扇头）受潮或绕组不够干燥，应再次把定子绕组烘干。然后进行耐压试

验。要求电机（扇头）在1500伏电压下，历时一分钟而不被击穿，才算是合格产品。耐压试验时如果达不到这个指标，就应重新检查电机，找出故障。检查时如果没有必要的仪表，至少也要用万用表检查绕组是否出现断路或短路，也可在电机运转时，用电笔检查或用手背靠近电机（扇头）外壳，看看是否有漏电。当检查没有上述不正常现象之后，才可安装到悬吊装置上，接好电容器（电容器的出线头要包好）进行通电试验。通电试验时不要安装风翼，先让电机空转30分钟左右，如果没有磨擦声、杂音和烫手现象，则说明电机（扇头）运行正常。如果有磨擦声，多半是由于安装时转子放置不妥，转子与定子发生磨擦引起的。杂音多半是由于相间的绝缘材料过长，扎线端的包扎不当或槽楔放置不妥，超出槽口外面引起的。轴承质量差或者安放轴承时有不正确的敲击，使轴承滚珠出现不正常的位置移动，也会产生杂音。所以，对引起杂音的故障原因必须具体地分析判断。对于轴承杂音，只有更换轴承才能排除，对于磨擦声和其他杂音，可以通过拆开电机（扇头），经过修理加以排除。

吊扇电机运转时是会产生一定的温升的，但如果用手按着电机（扇头）外壳，感到很烫手，停留10秒钟也难于忍受，则说明绕组匝数不当或者出现绕组短路现象（这时很可能伴随一股烧焦绝缘材料的臭味）。出现这种情况时，要按照修理绕组的步骤逐步检查，才能发现真正的故障原因。

电机经过30分钟空转之后，如果没有发现异常现象，可以装上风翼，通电作连续运转3～5小时以上的试验。如果运转平稳，接入调速开关的最慢挡也能顺利起动，修理工作便可告结束。如果吊扇在运转时电机（扇头）总是摇晃不定，就要进行具体分析，找出原因。例如受外界气流的干扰

或邻近别的吊扇吹风的干扰，是引起吊扇晃动的原因之一，但是，如果排除这些因素之后吊扇仍然摇晃，就应检查悬挂吊扇的吊钩是否合乎要求。一般说来，吊钩应用直径不小于12毫米的圆钢制成，如果吊钩太小则应更换。还应考虑悬吊装置上的紧固螺钉是否上紧，放置位置是否有偏移。对风翼安装的情况也应检查，特别要注意的是，翼架的紧固螺钉孔一般比螺钉的直径大一点，安装时如果忽视这一点，就会造成各个风叶安装位置不完全一致，因而风翼旋转时所产生的气流大小也不一致，空气流动稀密不均，致使吊扇产生晃动现象。只要在安装风叶时，注意把每个风叶都向同一方向拉，然后紧固螺钉，便可克服风翼晃动的现象。

有时，由于房间面积太小，吊扇直径较大，风翼的运转受到空气流动的干扰，也会引起吊扇晃动。这种晃动一般较难解决。风翼受到冲击而发生变形时，也会引起吊扇晃动。对于这种晃动，只有重新调整风翼才能解决。新购的吊扇，在排除上述两种原因之后仍然晃动不定，则可能是由于每片风叶的重量不等所致。有些用户选购吊扇时，只注意吊扇的外型，随意从别的吊扇中挑选一、两片喷漆较好的风叶，这样，由于风叶不是配套的，每片风叶的重量有可能不相等，因而引起吊扇晃动。用户选购吊扇时应特别注意这一点，才能避免吊扇晃动。

新买的吊扇如果风翼的几个风叶重量相差太大，可以向生产厂提出更换风叶。在修理上，一般是设法把最重的一只风叶弄薄一点，以减轻重量，或给最轻的一只风叶增加一点重物，使各风叶的重量接近相等，从而减轻吊扇的晃动。

六、吊扇试验项目

（一）吊扇的试验条件

吊扇试验条件有如下的规定。

（1）试验应尽可能在温度为20±5℃，无外界气流、强烈阳光和其他热辐射作用的室内进行。

（2）试验室应设有隔风屏，屏的尺寸为4.5×4.5×3.0米（长×宽×高）。隔风屏顶部的厚度应不大于6毫米，顶部其中心留出一圆孔（圆环），该圆孔的直径应比风翼直径大10%～20%，如图6-1所示。隔风屏壁底部与地面相距0.45米，以便屏内空气能经此处流出。

（3）吊扇的安装，应为风翼平面距地面3米，并在隔风屏顶孔上缘的平面中。

（4）风速表的安装。风速表叶片平面应该与吊扇风叶平面平行，两者距离为1.5米，并能沿着隔风屏内两对角线作水平移动；风速表的架设应尽可能减少对空气的阻碍。

（5）试验用的仪器、仪表以及试验室内的电流表、电压表和功率表，其准确度不低于0.5级，还要有气压计和干湿球温度计。测量风速用的仪表，应采用叶轮式风速仪，其标称直径为70～100毫米，最大风速为每分钟1200米。

（6）试验前吊扇应先运转1小时。

（二）吊扇的试验项目

1．防潮试验

防潮试验是在温度为40±2℃、相对湿度为95±3%的

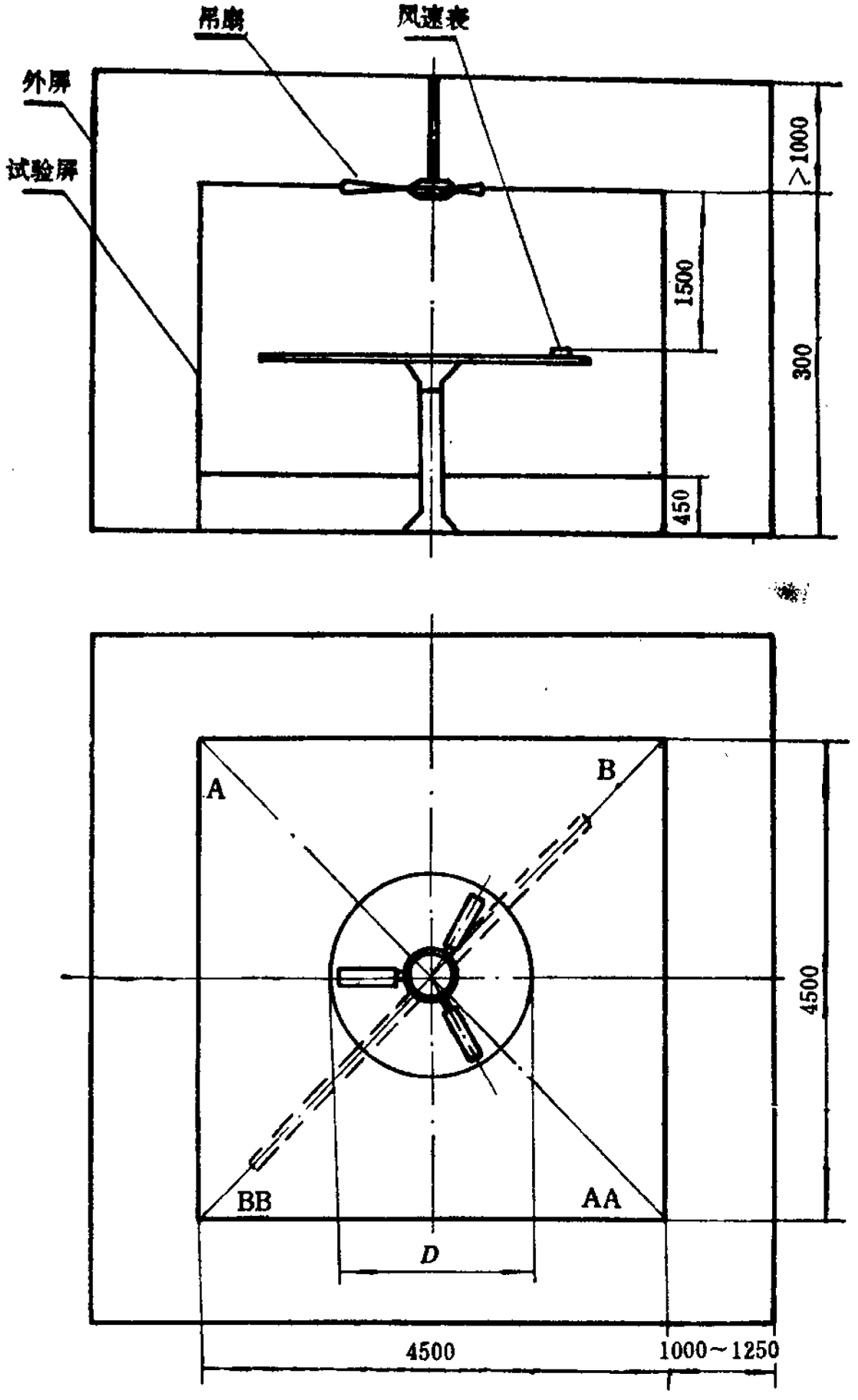


图 6-1　试验室尺寸图

恒温恒湿箱内进行的。吊扇放入恒温恒湿箱之前，应保证其温度不低于箱温，以免由于温差造成样品表面凝露。吊扇应在不凝露的情况下，经48小时后，在该箱内按所列程序进行

绝缘性能试验。

（1）用直流500伏兆欧表测量绝缘电阻应不低于2兆欧；

（2）进行耐压试验，即施以1250伏交流试验电压，历时一分钟而不击穿。

2．调速器试验

将调速器接入吊扇电路上或接于其电流与该吊扇的最大负载电流相同的模拟负载上进行试验。每操作一次包括由断开挡位置拨至各挡转速位置，然后再回到断开位置。试验的操作频率为每分钟约6次。经规定操作次数后，检查开关的连续动作，应设有同时接通两挡的现象。

3．电镀、涂漆层防蚀性试验

将电镀件置于符合国家标准GB2423.17-81规定的盐雾箱内24小时。试验前将电镀件表面去油，清洗干净。试验期间，盐雾不能在产品上凝成水滴；试验结束后，取出试样，用蘸有清水的布将残留在表面上的盐分揩净，检查镀层表面锈点。

涂漆件按下述条件和程序试验检查：

（1）试验条件。连续试验期限为四个周期，每一个周期为24小时。在24小时试验周期内，先保持温度40±2℃，相对湿度95±3%，经14～15小时后，把温度在2～3小时内降至30±2℃，并在此温度及相对湿度为95±3%的条件下保持不少于5～6小时；使样品（产品）表面至少凝露一次。

（2）试验程序。将涂漆件表面去油清洗，然后置于符合上述规定的湿热箱内4天。试验结束后，用肉眼和四倍放大镜检查外观。

4．风速测定

吊扇风翼平面应处在试验室隔风屏顶部圆孔（圆环）上缘的平面中。除了允许在试验屏内放置风速表及其搁架外，在整个隔风屏内及屏外不应放置其他物品。风速表的风翼平面与吊扇翼平面平行，其距离为1.5米，风速表应能在一个水平面内的四个半段对角线上移动。风速表的架设应尽可能地减少对气流的影响。在试验进行中，风速应在试验室隔风屏内的四个半段对角线上测取，并以距离对角线中心（位于通过风翼中心的垂线上）40毫米处开始测量，随后以每80毫米的增量逐点移向各边进行测量，直到所计算的平均风速下降到低于9米/分时为止。通过圆孔（圆环）的平均风速，应该是该圆孔平均半径处四个半段对角上读数的平均值。

5．风量的确定

将各圆环的平均风速乘以相应的圆环面积，即求得通过该圆环的风量（米^3/分），并将逐次测量所得结果列入下页表内。

吊扇的总输出风量（其单位为米^3/分）为在各个测量点测得的通过隔风屏圆孔（圆环）的风量的总和。它可由下式求得：

$$\text{总风量} = \Sigma Q = \Sigma V \cdot \frac{2\pi r d}{10^6}$$

式中 Q——通过圆环的风量（米^3/分）；

V——同一半径上圆环的平均风速（米^3/分）；

r——圆环的平均半径（毫米）；

d——圆环的宽度为80（毫米）；

S——圆环面积（米^2）。

测点	半对角读数即圆环平均半径 r mm	风速				半径 r 上的平均风速 V m/min	圆环面积 $\frac{2\pi r \cdot d}{10^6}$ m²	通过圆环的风量 $Q=\frac{2\pi r \cdot d}{10^6}V$ m³/min
		半对角线A上半径 r 上的风速 m/min	半对角线AA上半径 r 上的风速 m/min	半对角线B上半径 r 上的风速 m/min	半对角线BB上半径 r 上的风速 m/min			
1	40						0.0201	
2	120						0.0603	
3	200						0.1005	
4	280						0.1407	
5	360						0.1810	
6	440						0.2210	
7	520						0.2615	
8	600						0.3015	
9	680						0.3420	
10	760						0.3820	
11	840						0.4220	
12	920						0.4620	
13	1000						0.5020	

$$S=\frac{2\pi rd}{10^6}=2\pi\times 80r\times 10^{-6}=0.000502r.$$

（三）吊扇的转速测定

吊扇的转速与风量是成正比的，即风翼转速愈快，风量就愈大。怎样测定它的转速呢？目前多采用机械式测速仪表和光电测速表两种方法，生产厂一般采用光电测速表测定，但也有用机械测速仪表测定。在没有测速仪的情况下，也可用荧光灯法进行测速。荧光灯法所用的工具比较简单，只需按图 6 - 3 所示做一个厚纸圆盆（亦可用金属薄片制成），圆盆的强度只要能贴在转轴的上面随着旋转即可。

通常所用的厚纸是白色绘图纸。将绘图纸剪成圆形，在径向上画上黑条或扇形黑条（数目可视需要而定），图形如图 6 - 3 所示，用这样一个纸圆盆在灯光照射下便可粗略测出吊扇的转速。

荧光灯法测速的道理如下：假定电机的同步转速是 333 转/分，当荧光灯照射在旋转的纸圆盆上，出现黑色影形如图 6 - 2 所示。若转子同步旋转时，影形静止不动。若转子转速小于同步转速，则影形按与转子相反的转向旋转。若转子转速大于同步转速，影形顺转子转向而旋转。记录影形于某一时间内通过空间某一定位置的数目或旋转次数，便可测出转速。

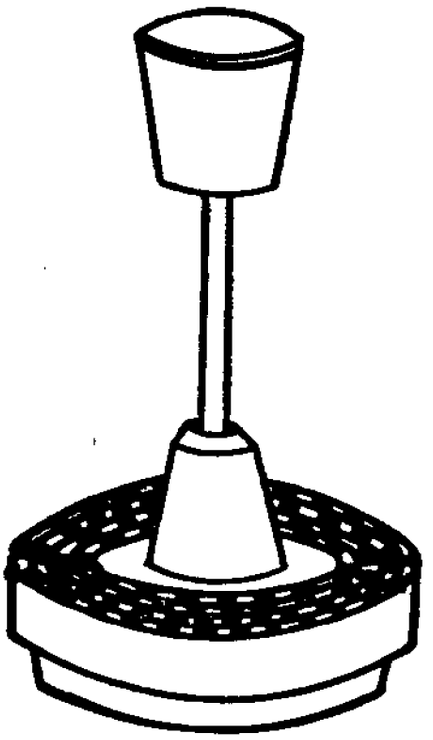


图 6 - 2　简易测速法

现举例如下：按图 6 - 3 描绘一个纸圆盆，扇形黑条可

分为7层，自内层至外层为15、16、17、18、20、22、24个等分黑白扇形。各层扇形所代表转速如下：

格　数	15	16	17	18	20	22	24
转　速	400	375	353	333	300	273	250

当在荧光灯照射下，圆盆在吊扇上端旋转，若某层似乎不动时，此一层扇形所代表转数即风翼近似转速；如两层扇形均呈现不动的静止状态，则表示风翼转速在介于此两层扇形所代表转速之间。例如1400毫米吊扇（56英寸）的转速为280～295，若在荧光灯照射下观察到20和22格（即第5层和第6层）近似静止状态时，则这时风翼转速大约为280～290转/分之间。这种方法的缺点，是不能准确地测出风翼转速，但由于使用方便，容易掌握，因此许多小厂仍然采用这种方法测定转速。

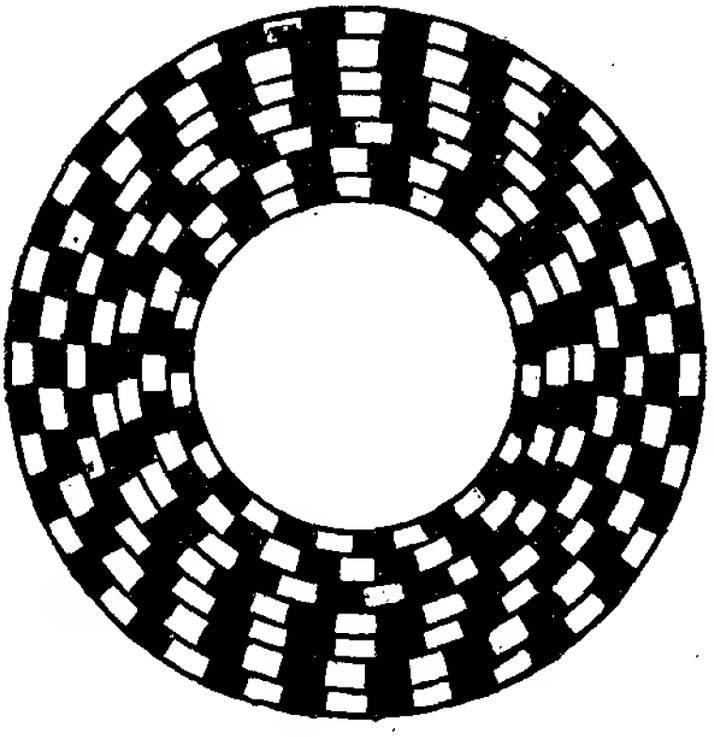


图6-3　测速用纸圆盆

附录一　圆铜线的规格及重量

铜线直径（毫米）	漆包线最大外径（毫米）			漆包线重量（千克/公里）		
	Q	QQ	QZ	Q	QQ	QZ
0.05	0.065	—	—	0.018	—	—
0.06	0.075	0.09	0.09	0.026	0.028	0.028
0.07	0.085	0.10	0.10	0.036	0.037	0.037
0.08	0.095	0.11	0.11	0.046	0.047	0.047
0.09	0.105	0.12	0.12	0.058	0.059	0.059
0.10	0.120	0.13	0.13	0.072	0.074	0.074
0.11	0.130	0.14	0.14	0.087	0.087	0.087
0.12	0.140	0.15	0.15	0.104	0.104	0.104
0.13	0.150	0.16	0.16	0.120	0.120	0.120
0.14	0.160	0.17	0.17	0.140	0.140	0.140
0.15	0.170	0.19	0.19	0.161	0.161	0.161
0.16	0.180	0.20	0.20	0.183	0.183	0.183
0.17	0.190	0.21	0.21	0.206	0.206	0.206
0.18	0.200	0.22	0.22	0.230	0.230	0.230
0.19	0.210	0.23	0.23	0.256	0.256	0.256
0.20	0.225	0.24	0.24	0.285	0.285	0.285
0.21	0.235	0.25	0.25	0.314	0.314	0.314
0.23	0.255	0.28	0.28	0.376	0.376	0.376
0.25	0.275	0.30	0.30	0.443	0.443	0.443

续上表

铜线直径（毫米）	漆包线最大外径（毫米）			漆包线重量（千克/公里）		
	Q	QQ	QZ	Q	QQ	QZ
0.27	0.31	0.32	0.32	0.519	0.519	0.519
0.29	0.33	0.34	0.34	0.598	0.598	0.598
0.31	0.35	0.36	0.36	0.685	0.685	0.685
0.33	0.37	0.38	0.38	0.775	0.775	0.775
0.35	0.39	0.41	0.41	0.871	0.871	0.871
0.38	0.42	0.44	0.44	1.025	1.025	1.025
0.41	0.45	0.47	0.47	1.195	1.195	1.195
0.44	0.49	0.50	0.50	1.374	1.374	1.374
0.47	0.52	0.53	0.53	1.566	1.566	1.566
0.49	0.54	0.55	0.55	1.701	1.701	1.701
0.51	0.56	0.58	0.58	1.846	1.843	1.843
0.53	0.58	0.60	0.60	1.992	1.987	1.987
0.55	0.60	0.62	0.62	2.144	2.144	2.144
0.57	0.62	0.64	0.64	2.302	2.302	2.302
0.59	0.64	0.66	0.66	2.466	2.466	2.466
0.62	0.67	0.69	0.69	2.720	2.720	2.720
0.64	0.69	0.72	0.72	2.897	2.897	2.897
0.67	0.72	0.75	0.75	3.173	3.163	3.163
0.69	0.74	0.77	0.77	3.374	3.374	3.374

续上表

铜线直径（毫米）	漆包线最大外径（毫米）			漆包线重量（千克/公里）		
	Q	QQ	QZ	Q	QQ	QZ
0.72	0.78	0.80	0.80	3.637	3.640	3.640
0.74	0.80	0.83	0.83	3.882	3.882	3.882
0.77	0.83	0.86	0.86	4.196	4.196	4.196
0.80	0.86	0.89	0.89	4.427	4.527	4.527
0.83	0.89	0.92	0.92	4.870	4.842	4.842
0.86	0.92	0.95	0.95	5.227	5.227	5.227
0.90	0.96	0.99	0.99	5.721	5.709	5.709
0.93	0.99	1.02	1.02	6.107	6.107	6.107
0.96	1.02	1.05	1.05	6.525	6.498	6.493
1.00	1.07	1.11	1.11	7.069	7.069	7.069
1.04	1.12	1.15	1.15	7.643	7.620	7.620
1.08	1.16	1.19	1.19	8.240	8.240	8.240
1.12	1.20	1.23	1.23	8.860	8.860	8.860
1.16	1.24	1.27	1.27	9.50	9.510	9.510
1.20	1.28	1.31	1.31	10.16	10.161	10.161
1.25	1.33	1.36	1.36	11.02	11.021	11.021
1.30	1.38	1.41	1.41	11.91	11.912	11.912
1.35	1.43	1.46	1.46	12.84	12.832	12.832
1.40	1.48	1.51	1.51	13.81	13.819	13.819

续上表

铜线直径（毫米）	漆包线最大外径（毫米）			漆包线重量（千克/公里）		
	Q	QQ	QZ	Q	QQ	QZ
1.45	1.53	1.56	1.56	14.81	14.802	14.802
1.50	1.58	1.61	1.61	15.84	15.847	15.847
1.56	1.64	1.67	1.67	17.13	17.130	17.130
1.62	1.71	1.73	1.73	18.51	18.456	18.456
1.68	1.77	1.79	1.79	19.82	19.843	19.843
1.74	1.83	1.85	1.85	21.22	21.262	21.262
1.81	1.90	1.93	1.93	23.11	23.030	23.030
1.88	1.97	2.00	2.00	24.93	24.845	24.845
1.95	2.04	2.07	2.07	26.73	26.730	26.730
2.02	2.12	2.14	2.14	28.77	28.659	28.659
2.10	2.20	2.23	2.23	30.88	31.002	31.002
2.26	2.36	2.39	2.39	32.37	35.892	35.892
2.44	2.54	2.57	2.57	34.54	41.802	41.802

附录二　几种国产吊扇技术数据表　（毫米）

产品型号规格名称	电压（伏）	主绕组		副绕组		绕组只数		电容器（微法）	铁芯长	备注
		线径	匝数	线径	匝数	主绕组	副绕组			
JA型 1400毫米	220	0.55	240			12				罩极式
AC型 1400毫米	220	0.55	240			12				罩极式
Cc 1400毫米	220	0.29	250	0.31	240	18	18	4	32	双层绕组
西瓜式 1400毫米	220	0.31	220	0.25	310	18	18	2	32	双层绕组
红城牌 1400毫米	220	0.29	460	0.25	592	9	9	2	28	单层绕组
钻石牌 1400毫米	220	0.29	472/2	0.25	640/2	18	18	2	28	双层绕组
钻石牌 1200毫米	220	0.25	560	0.21	680	9	9	2	20	单层绕组
钻石牌 1400毫米	220	0.21	560	0.25	616	9	9	2	25	单层绕组
钻石牌 900毫米	220	0.21	552	0.17	832	7	7	1.2	25	单层绕组
高能牌 1400毫米	220	0.25	280	0.25	325	18	18	2.4	26	
高能牌 1200毫米	220	0.23	280	0.23	328	18	18	2	26	
高能牌 900毫米	220	0.21	382	0.17	506	14	14	1	23	

吊式风扇的使用与维修

郑树人　潘景云　编

广东科技出版社出版
广东省新华书店发行
广东新华印刷厂印刷
787×1092毫米　32开本　2.5印张　50,000字
1985年8月第1版　1985年8月第1次印刷
印数1—40,000册
统一书号 15182·113　定价0.38元